

Je všeobecně známo, že všechny zvuky, rozhlasové a televizní signály, světlo atd. jsou v podstatě elektromagnetická vlnění, která nás obklopují, která nám ve velké míře pomáhají a často také (především v některých případech a situacích) jsou nezbytná k běžnému životu. Ne všechna tato elektromagnetická vlnění jsou však žádoucí – různé elektrické spotřebiče a elektrická zařízení vyzařují při svém provozu i nežádoucí elektromagnetická vlnění, která souhrnně označujeme jako rušení.

Růstem počtu elektrických přístrojů v domácnostech, továrnách, úřadech, ve

né – a přece je podmínkou, která musí být splněna.

O všech otázkách, souvisejících s problematikou rušení a odrušování, dočte se čtenář v tomto čísle RK. Pokud je nám známo, je to první souhrnné zpracování této tematiky, které u nás vyšlo po roce 1945; doufáme proto, že každý čtenář v něm najde odpověď právě na ty otázky, které ho zajímají, a že návody na stavbu různých odrušovacích zařízení a přípravků mu pomohou k tomu, aby on sám (a také jeho okolí) měl za všech podmínek „nerušený obraz a zvuk“.

Chcete mít nerušený poslech?

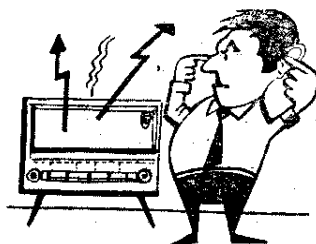
zdravotnických zařízeních a všude kolem nás se zvětšuje možnost vzniku rušení i přesto, že prakticky všechny státy na světě, mezi nimi i naše republika, mají přísné normy na odrušení. Zákonná ustanovení a normy jsou prvním krokem v boji proti rušení.

Co dokáže neodrušený nebo špatně odrušený motor pračky, vysoušeče vlasů, holicího strojku nebo špatně navržený oscilátor přijímače, který vyzařuje své kmity do antény, to zná jistě každý z vlastní zkušenosti. Každý motorista, který má ve voze autopřijímač, bezpečně pozná, jsou-li protijedoucí vozidla odrušena – ovšem za cenu, že během jízdy kolem takových vozidel nemůže svůj přijímač pro poruchy poslouchat. Ve výčtu nepřijemností s rušením nesmíme zapomenout ani na radioamatérská vysílací zařízení, u nichž je odrušení často velmi obtíž-

Celý obsah tohoto čísla RK vychází ze směrnic, předpisů a měřicích návodů pro odrušovací službu a především ze zkušeností jejich pracovníků.

Rozsah Radiového konstruktéra nedovoluje probrat tuto techniku v celé její mnohotvárnosti a proto si budeme všimnout jen hlavních otázek a toho, co by mohlo zajímat amatéry. To nejdůležitější je však třeba říci hned na začátku: pro odrušování – a zvláště amatérských zařízení – neexistuje žádná „kuchařka“. Není zvláštností, že zása-

hy, které někde přinesou jednoznačný úspěch, mohou být jinde zcela bez účinku.



Odrušování v amatérské praxi

Ing. J. Skála

Přesto, že odrušování je mimořádně rozmanitý obor, existuje v této oblasti naprostý nedostatek literatury. Od roku 1945 se u nás neobjevila žádná souhrnná publikace, která by se touto tematikou zabývala, zejména po praktické stránce. S rostoucím počtem spotřebičů v domácnosti, strojů a zařízení v průmyslu, s rozvojem automatizace a hlavně s rozšířením a větším využíváním kmitočtových pásem roste i naléhavost ochrany proti rušení.

Radioamatéři přicházejí do styku s rušením a odrušováním velmi často. Citlivých přijímacích zařízení lze využít jen tehdy, je-li hladina poruch nižší než vlastní šum. Nebývá však snadné vnější rušivý zdroj najít a dokonale odrušit.

Zdroj rušení nemusí být jen vnější. Mnohé spotřebiče používané v domácnosti amatéra a odrušené podle normy se při malé vzdálenosti a nízkých signálových úrovních mohou projevit jako zdroj rušení.

Většina amatérských výrobků není odrušena vůbec. Návodů ke stavbě zařízení, publikované v odborné literatuře, tuto otázku velmi často opomíjejí. Objevují se dokonce stavební návody na taková zařízení, která jsou vysloveně rušivým zdrojem a při provozu znehodnocují příjem desítkám posluchačů.

Největší potíže mají amatéři-vysílači. Nevěnují-li dostatečnou pozornost nežádoucímu vyzařování a odrušování, stanou se brzy předmětem stížností sousedů a pak se na ně svede všechno, co má na svědomí nejen každý vysavač, ale i každá chyba v rozhlasovém nebo televizním vysílači.

Mnozí amatéři možná uvítají i zkušenosti z odrušování motorových vozidel a většina z nich jsou i posluchači rozhlasu a televize, kteří chtějí mít nerušený poslech.

Odpovědět na všechny tyto otázky a předat praktické zkušenosti z oboru odrušování je cílem tohoto čísla RK.

Provoz všech radiokomunikačních zařízení řídí Správa radiokomunikací v Praze. Ochranou radiového příjmu před rušením jsou pověřeny Inspektoráty radiokomunikací v Praze a Bratislavě. Jejich pobočky ve všech krajských městech vyřizují bezplatně stížnosti na rušení poslechu rozhlasových a televizních vysílačů. Je však třeba upozornit, že se zabývají jen stížnostmi na rušení při příjmu československých vysílačů. Ani v budoucnu nelze počítat s tím, že by se tyto orgány zabývaly rušením při dálkovém příjmu rozhlasových a televizních stanic (tj. zahraničních vysílačů).

Samostatná složka Inspektorátu radiokomunikací v Praze zajišťuje preventivní ochranu typovým měřením stupně odrušení všech výrobků, které by mohly rušit rozhlasový a televizní příjem. Vyhovující výrobky dostanou typové označení o odrušení.

Zákonná ustanovení o ochraně proti rušení

Kdyby stupeň nežádoucího vyzařování přístrojů a zařízení závisel jen na libovůli výrobce nebo provozovatele, nedosáhlo by se ochrany příjmu proti rušení pravděpodobně nikdy. Povinnost vyrábět a provozovat jen odrušená zařízení je proto stanovena zákonem 110 „O telekomunikacích“ z 18. června 1964. Ochrana telekomunikací je předepsána paragrafem 9. Pro výrobce a provozovatele zařízení vyplývají z těchto ustanovení důležité povinnosti. U všech strojů, přístrojů a zařízení, jejichž používáním vzniká vf energie, musí být ve výrobě i v provozu zajiš-

těno, aby nerušily provoz jednotné telekomunikační sítě. Jejich výrobci, odběratelé z dovozu, vlastníci a uživatelé jsou povinni pořídit na vlastní náklad odrušovací zařízení. Dojde-li k rušení provozu, je vlastník (uživatel) rušícího zařízení povinen udělat vhodná ochranná opatření. Neodstraní-li v dané přiměřené lhůtě rušení, může Ústřední správa spojů nebo její orgány nařídit, aby závadné zařízení bylo vyřazeno z provozu, nebo zakázat činnost způsobující rušení.

Pro objektivní posouzení, ruší-li to či ono zařízení nebo ne, je třeba stanovit meze a způsoby měření. Nejvyšší přípustné hodnoty rušení a způsob jejich měření stanoví ČSN 342850. Platí pro všechny stroje, přístroje, elektrické spotřebiče, světelné a tepelné zdroje i ostatní zařízení, která jsou zdrojem rušivé energie. Prozatím neplatí pro zdroje krátkodobého rušení, které netrvá déle než jednu vteřinu a nevyskytuje se více než pětkrát v hodině. Odstranění neúměrného rušení se většinou dosahuje omezením rušivých napětí a rušivých polí na přípustné hodnoty, tzv. meze rušení.

Při měření rušivých zdrojů se dodržuje zásada, která vyplývá ze způsobu šíření rušení: do 30 MHz se sleduje úroveň rušivého napětí na výstupních svorkách zdro-

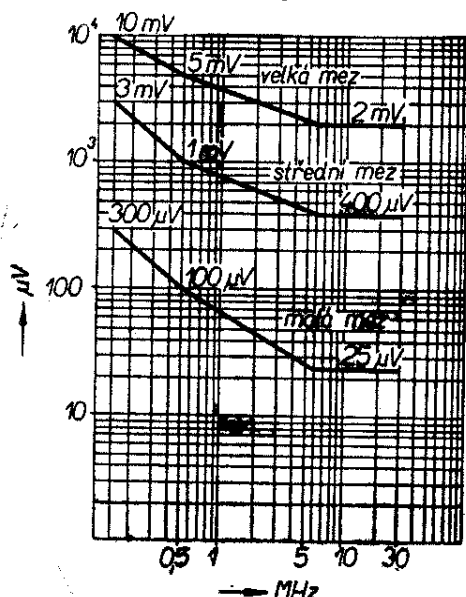
je (obr. 1). Při kmitočtech vyšších než 30 MHz stanoví norma jen úroveň rušivého pole (tab. 1).

Rušivé napětí zdrojů určených k provozu na obytném území nesmí překročit mez S (střední), u zdrojů určených k provozu na průmyslovém území mez V (velkou).

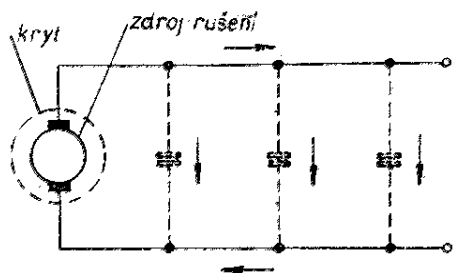
Amatérský vysílač lze posuzovat ze dvou hledisek. Radiokomunikační řád předpisuje odstup nežádoucího vyzařování od výkonu na základním kmitočtu. Ten je při základním kmitočtu vysílače do 30 MHz 40 dB, při základním kmitočtu od 30 MHz do 235 MHz 60 dB. Díváme-li se však na vysílače z hlediska ČSN 342850 jako na zdroj rušení, může se stát, že vysílače splňující stanovený odstup podle Radiokomunikačního řádu nemusí vyhovovat uvedené normě, tj. mezím v tab. 1. Vyskytuje se to však jen u vysílačů velkého výkonu. Dojde-li za tohoto stavu např. k rušení televize v těsném sousedství amatéra, bude pravděpodobně v takovém případě aplikován článek 14 § 3 Radiokomunikačního řádu o volbě místa stanice.

Vznik a povaha rušení

Při provozu mnohých elektrických zařízení dochází k náhlým změnám proudu odebíraného ze zdroje. Příkladem takového zařízení jsou komutátorové motory, přístroje používající termostaty nebo relé, neonové reklamy atd. Náhlé změny proudu mohou vyvolat průtok vysokofrekvenčních proudů v obvodu mezi zařízením a sítí. Stejným způsobem může vznikat rušivé napětí při nedokonalém propojení několika přístrojů. Rozdíl potenciálů se může projevit jako rušivý vf zdroj. Přitom mohou proudy protékat dvojím způsobem: a) od jedné svorky zařízení do příslušného vodiče síťového napětí a odtud druhým vodičem do druhé svorky zařízení (obr. 2), b) z obou svorek zařízení (které lze pokládat za spojené) do sítě a odtud zemí do kovových částí zařízení. Není-li mezi zařízením a zemí galvanické spojení, protékají proudy přes rozptylo-



Obr. 1. Mezní hodnoty rušivého napětí v pásmu 0,15 až 30 MHz podle ČSN 342850



Obr. 2. Symetrické rušivé proudy

vou kapacitu mezi kostrou přístroje a zemí (obr. 3).

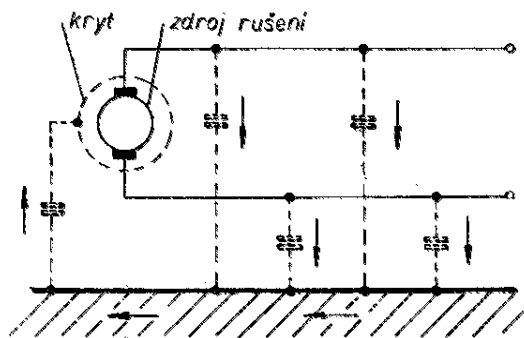
Proudy uvedené pod bodem a) nazýváme symetrickými, pod bodem b) nesymetrickými. Symetrické i nesymetrické proudy se mohou vázat s anténním obvodem přijímače na kmitočtu, na který je přijímač naladen.

Nesymetrické proudy působí obvykle větší rušení než symetrické. Vyplývá to z toho, že symetrické proudy protékají malými smyčkami, zatímco nesymetrické protékají ve větších smyčkách, které mají těsnější vazbu s anténním obvodem přijímače.

Průtokem vf proudů vznikají vysokofrekvenční pole a symetrická a nesymetrická rušivá vf napětí.

Velikost a kmitočtové rozložení rušení

Vysokofrekvenční energie, kterou vyzařuje většina elektrických zařízení, je rozložena v širokém spektru kmitočtů. Velikost jednotlivých složek se zpravidla zmenšuje se zvyšujícím se kmitočtem. Výjimkou z tohoto obecného pravidla jsou oscilátory a generátory používané v průmyslových a lékařských zařízeních.



Obr. 3. Nesymetrické rušivé proudy

V těchto případech je energie soustředěna v úzkých pásmech kolem základního kmitočtu oscilátoru a jeho harmonických. Všeobecně lze říci, že největší rušivá pole a napětí vznikají při provozu těch zařízení, u nichž je získávání vf energie požadovanou součástí jejich funkce.

Šíření rušení

Vzniklá elektromagnetická energie se může šířit od zdroje rušení k přijímacímu zařízení čtyřmi základními způsoby:

a) přímým vyzařováním rušícího zařízení a jeho přívodů,

b) šířením podél vodičů sítě,

c) šířením podél síťových vodičů připojených na rušící zařízení a z nich pak vyzařováním do antény přijímače,

d) zářením, zachycením, vedením a opětovým vyzařováním vodičů, které sice nejsou přímo spojeny s rušícím zařízením, mají s ním však těsnou vazbu.

Prakticky lze u středních a dlouhých vln počítat s šířením podle bodu c) a u vln TV pásem podle bodu a). Všechny čtyři způsoby šíření jsou naznačeny na obr. 4.

Pronikne-li vf rušivá energie na přijímací anténu, začne přijímač reagovat na složky ležící v jeho propustném pásmu nebo na ty, proti nimž není dost odolný (mf zrcadlové kmitočty). Tento rušivý signál zpracuje přijímač stejně jako užitečný signál. Zvuk z reproduktoru nebo projev na obrazovce je do jisté míry charakteristický pro druh zařízení, které rušení působí.

Poměr užitečného a rušivého signálu v místě příjmu

Rušivý účinek obecného zdroje rušení nezávisí jen na absolutní velikosti vyzařovaného pole nebo napětí. Jak intenzívně se u konkrétního přijímače projeví, to je v první řadě otázkou velikosti užitečného signálu. Vztah velikosti užitečného a rušivého signálu je základním principem odrušování. Ze zkušenosti a z ověřovacích měření vyplynuly potřebné odstupy rušivého a užitečného napětí:

$$R_K \frac{5}{68} \cdot 5$$

- | | |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) rozhlas, služby, pojítka atd. (s amplitudovou modulací) | $= \frac{\text{užitečné napětí}}{\text{rušivé napětí}} = \frac{100}{1} = 40 \text{ dB},$ |
| b) rozhlas, služby atd. (s kmitočtovou modulací) | $= \frac{\text{užitečné napětí}}{\text{rušivé napětí}} = \frac{10}{1} = 20 \text{ dB},$ |
| c) telegrafní provoz, obrazová telegrafie, radiodálnopis | $= \frac{\text{užitečné napětí}}{\text{rušivé napětí}} = \frac{50}{1} = 34 \text{ dB},$ |
| d) televize | $= \frac{\text{užitečné napětí}}{\text{rušivé napětí}} = \frac{200}{1} = 46 \text{ dB}.$ |

Pro příjem televize to znamená, že při napětí signálu na anténní zástrčce 1 mV se rušivě projeví cizí signál o napětí 5 μ V.

$$E_s = \frac{3 \cdot 10^5 \sqrt{P}}{n} S,$$

kde S je činitel charakterizující šíření. Z tohoto vztahu vyplývá, že k dvojnásobnému vzrůstu intenzity pole v místě příjmu je třeba zvětšit výkon vysílače čtyřikrát. Přitom nevelké zařízení v blízkosti přijímače může zvýšit požadavek pro uspokojivý příjem až na stonásobné zvětšení intenzity pole užitečného signálu – a toho nelze dosáhnout.

Druhý způsob spočívá v zásahu na straně přijímače a vede obvykle k těmto opatřením:

Způsoby odstranění rušení

K odstranění průmyslového rušení je možné volit některou z těchto cest:

1. zvýšení výkonů vysílačů,
2. odrušení na straně přijímače,
3. odrušení v místě vzniku rušení.

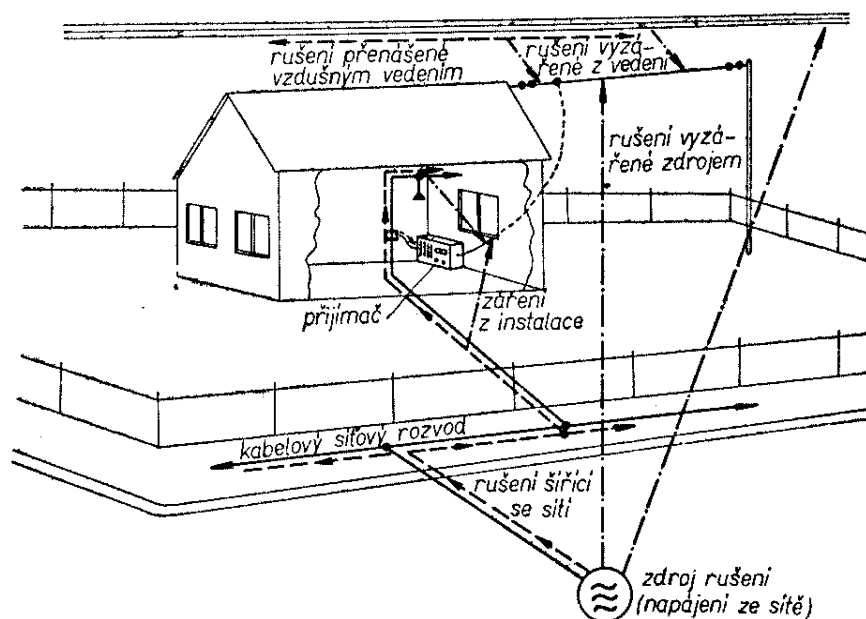
První způsob je v současné době možné považovat za dostatečně využitý, neboť další zvyšování výkonů vysílačů je záležitostí složitou a ekonomicky nevýhodnou.

Intenzita pole E_s ve vzdálenosti n kilometrů od vysílače o výkonu P je dána vztahem:

a) použití dokonalejších způsobů příjmu (selektivní demodulace, FM, SSB),

b) použití zvláštních zapojení omezovačů rušení,

c) použití anténních soustav, jejich vhodné umístění a dokonalé směřování.



Obr. 4. Možné způsoby šíření rušení



Obr. 5. Odrušení kontaktu kondenzátorem

Nejúčinnějším způsobem boje proti rušení je likvidace rušení v místě jeho vzniku, tj. přímo u zdroje. Možností a způsobů je opět několik.

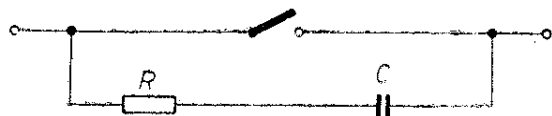
Především je to zmenšení rušivé elektromotorické síly vytvářené zdrojem. V praxi to znamená dokonalý mechanický stav zařízení, volbu lepších kontaktních materiálů atd. Druhou možností je stínit vedení ke zdroji nebo samotný zdroj. Třetím a nejrozšířenějším způsobem potlačení rušení na zdroji je použití odrušovacích prostředků. Rozhodující přitom je – jak ukázala zkušenost – správná volba zapojení odrušovacích prostředků k rušícímu zdroji. Proto se budeme touto otázkou zabývat podrobněji.

Odstranění rušení zásahem na zdroji

Odrušení mechanických kontaktů

Zdroje rušení s přerušujícími mechanickými kontakty tvoří velkou a charakteristickou skupinu. Příčinou rušení je jiskření, které vzniká přerušováním elektrického obvodu na kontaktech. Poruchy mají široké spektrum od dlouhých vln až po televizní pásma, takže odrušení kontaktů je velmi obtížné.

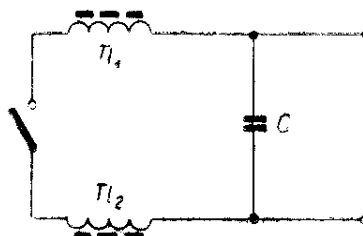
Z hlediska odrušení je důležité zachovat symetrii při konstrukci zařízení s kontakty a vodiče vedené do zařízení ukládat společně. V takovém případě nezpůsobuje kontakt teoreticky žádné rušení, protože rušivá napětí jednotlivých přívodů indukovaná v anténě jsou stejná a mají opačnou fázi. Dalším velmi jednoduchým způsobem odrušení kontaktů je zařazení blokovacího kondenzátoru paralelně ke kontaktu podle obr. 5.



Obr. 6. Zhášecí obvod

Odrušovací účinek bude tím lepší, čím větší bude vnitřní odpor kontaktu ve srovnání s reaktancí kondenzátoru. Tento způsob vyžaduje obvykle kondenzátor o velké kapacitě, což se však nepříznivě projevuje na kontaktech. Kromě toho se kondenzátor při spojení kontaktu vybíjí, což poněkud zvyšuje úroveň rušení. Tímto způsobem se odrušují především silnoprůdové kontakty. Kapacita kondenzátoru C se volí od $0,05 \mu\text{F}$ do $2 \mu\text{F}$. Nevýhody tohoto zapojení odstraní použití zhášecího obvodu místo blokovacího kondenzátoru (obr. 6).

Obvod pracuje takto: je-li kontakt spojen, je obvod RC ve zkratu a na kondenzátoru není žádné napětí. Při rozepnutí kontaktu vytvoří kombinace RC paralelní cestu pro vf proudy, čímž se rušení omezí. V době rozpojení kontaktu se kondenzá-

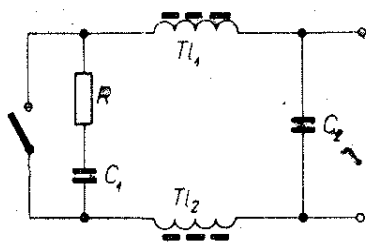


Obr. 7. Odrušení kontaktu filtrem

tor nabije a při dalším sepnutí se přes kontakt vybíjí. V této fázi se zvětšuje intenzita rušení i opotřebení kontaktů. Omezení vybíjecího proudu zajišťuje odpor R . Zhášecí obvod tedy zmenšuje rušení při rozpojení obvodu, poněkud je však zvyšuje při sepnutí. Výsledný účinek je však příznivý a proto je odrušování kontaktů zhášecím obvodem nejrozšířenější.

Kapacita kondenzátoru se pohybuje od $0,05$ do $2 \mu\text{F}$, velikost odporu od 2 do 200Ω . Jiný způsob odrušení jednoduchého kontaktu je na obr. 7.

Tlumivky zabraňují šíření vf energie do sítě. Spolu s kondenzátorem C tvoří horní zádrž. Volba indukčností a kapacity (to platí při odrušování všeobecně) závisí na kmitočtovém pásmu, v němž chceme dosáhnout nejlepšího odrušovacího účinku. V tomto případě se pro rozhlasová pásma osvědčují kombinace $Tl_1 = Tl_2 = 10 \text{ mH}$,



Obr. 8. Kombinované odrušení kontaktu

SV, DV: $R - 50 \Omega$, $C_1 - 0,1 \mu F / 250 V \sim$, $C_2 - 50 nF / 250 V \sim$, $TL_{1,2} - 10 mH$;
TV, VKV: $R - 50 \Omega$, $C_1 - 0,1 \mu F / 250 V \sim$, $C_2 - 22 nF / 250 V \sim$ keram., $TL_{1,2} - 12 \mu H$

$C = 0,1 \mu F$, pro televizi $TL_1 = TL_2 = 12 \mu H$, $C = 3,3 nF$ (keramický).

Kombinace obou předcházejících zapojení je na obr. 8. Odstíněním kontaktu a použitím průchodkových kondenzátorů na vývodech (obr. 9) dosáhneme rovněž dobrého odrušovacího účinku.

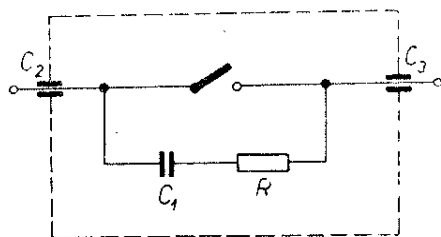
Nejllepšího výsledku (ale za cenu složitosti) dosáhneme kombinací všech předcházejících zapojení (obr. 10).

Uvedeme si několik dalších příkladů odrušení přístrojů s přerušujícím kontaktem. Na obr. 11 jsou dva způsoby odrušení termostatu. Zásadně se doporučuje používat jen termostaty s mžikovým sepnutím.

V radiotechnické praxi se občas vyskytne požadavek dokonale odrušit relé. Návrh zapojení odrušovacích prostředků v kombinaci se stíněním je na obr. 12.

Jinou aplikací zařízení s přerušujícími kontakty je elektrický zvonek. Na obr. 13a je obvyklý způsob jeho odrušení.

Při přemostňování kontaktů kapacitami nebo sériovým spojením odporů a kapacit

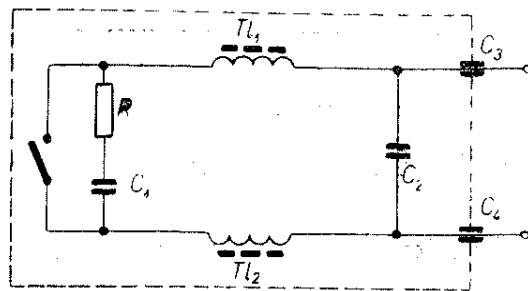


Obr. 9. Odrušení odstíněním a průchodkovými kondenzátory

$C_1 - 0,05$ až $1 \mu F$; $R - 5$ až 100Ω .

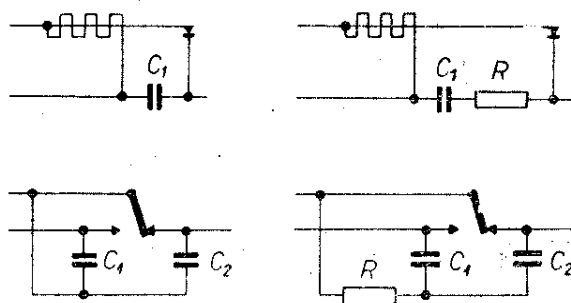
Ss proud: $C_{2,3} - 0,05 \mu F$;

stř. proud: $C_{2,3} - \text{max. } 2,5 nF$ (b) - zvláštní bezpečnost (při síťových obvodech)



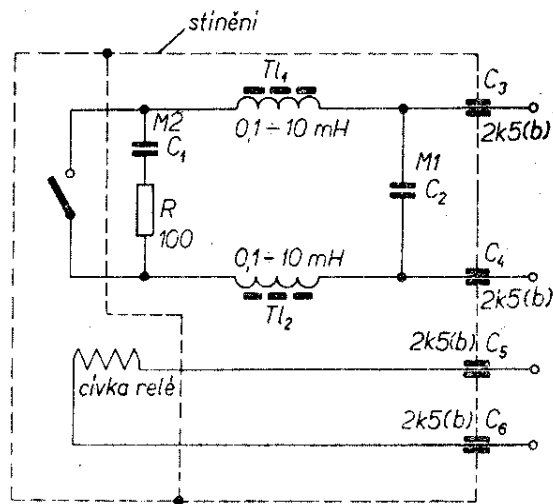
Obr. 10. Odrušení kontaktu pro zvláštní požadavky

Stejnoseměrný proud: $R - 5$ až 100Ω , $C_1 - 0,05$ až $1 \mu F$, $C_2 - 0,1$ až $0,3 \mu F$, $C_{3,4} - 0,05 \mu F$, $TL_{1,2} - 0,1$ až $1 mH$.
Střídavý proud: $R - 5$ až 100Ω , $C_1 - 0,1 \mu F$, $C_2 - 0,1 \mu F$, $C_{3,4} 2k5$ (b), $TL_{1,2} - 0,1$ až $1 mH$.



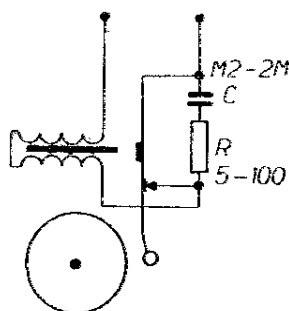
Obr. 11. Odrušení termostatu

$C_{1,2} - 0,05$ až $1 \mu F$, $R - 5$ až 100Ω



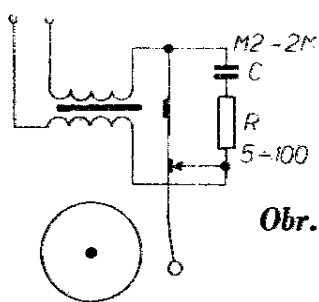
Obr. 12. Odrušení relé

je třeba mít na paměti, že proud protékající odrušovacím členem může ovlivnit funkci zařízení, např. sepnout další relé. Z tohoto hlediska je třeba volit velikost kapacit, popřípadě typ zapojení odrušovacích prvků.

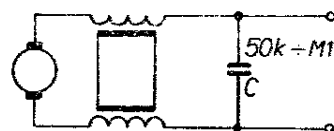


Obr. 13a. Odrušení zvonku

K odrušení kontaktů se výjimečně používají i polovodičové prvky (obr. 13b).



Obr. 13b. Odrušení kontaktu diodou (při stejnosměrném proudu)



Obr. 14. Základní zapojení pro potlačení symetrické složky rušení

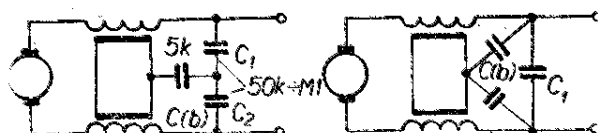
Odrušení komutátorových motorků

Komutátorové motorky různého výkonu tvoří nejpočetnější skupinu zdrojů rušení, neboť právě tyto motorky jsou součástí mnohých spotřebičů v domácnostech. Z nejrozšířenějších jsou to vysavače, vysoušeče vlasů, pračky, odstředivky, holicí strojky, šlehače a kávomlýny. Jde vesměs o zařízení napájená ze sítě; intenzivně však mohou rušit i dětské hračky nebo holicí strojky napájené z baterií. Rušení má spektrální charakter s rozsahem od rozhlasových do nejvyšších televizních pásem.

Vznik vf rušivé energie působí jiskření ve styku komutátor-sběrač. Předpokladem úspěšného odrušení motorku je jeho bezvadný technický stav. Drobné mechanické nebo elektrické závady mohou neúměrně zvyšovat úroveň rušení. Typickými závadami jsou např.:

- neokrouhlý komutátor,
- vystupující lamely nebo mezilamelová izolace,
- špatné sběrací ústrojí,
- nesprávné tlaky na kartáče,
- nevhodná jakost kartáčů,
- nevyvážený rotor,
- částečný průraz vinutí na kostru.

Před zapojováním odrušovacích prostředků se vyplatí zapojit nesymetricky zapojené motorky jako symetrické (vinutí statoru – kotva – vinutí statoru). Stroj s částečným průrazem na kostru je třeba vyřadit, protože odrušit nejdou.



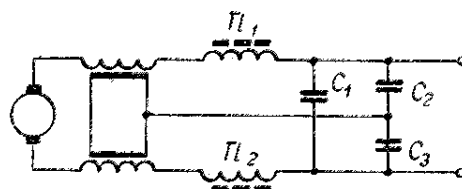
Obr. 15. Základní zapojení pro potlačení symetrické i nesymetrické složky rušení

V dalším si uvedeme postupně podle složitosti zapojení odrušovacích prostředků.

Kondenzátor C na obr. 14 paralelně k přívodům sítě představuje zkrat pro symetrickou složku. Na obr. 15 jsou potlačeny nesymetrická i symetrická složka.

Z hlediska bezpečnosti není lhostejná velikost kapacity C. Při napětí sítě 220 V nesmí být překročena velikost 5 nF a kondenzátor musí být velmi odolný proti průrazu (viz kapitola o bezpečnosti).

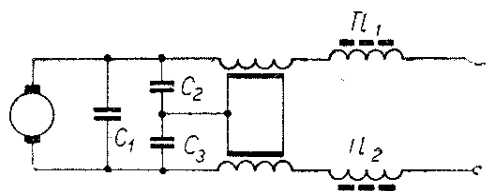
Dokonalejší zapojení, které však vyžaduje tlumivky, je na obr. 16.



Obr. 16. Odrušení komutátorového motorku

Stejný proud: $C_1 - 1 \mu\text{F}$, $C_{2,3} - 5 \text{ nF}$, $T_{1,2} - 0,5$ až 5 mH .

Střídavý proud: $C_1 - 0,05$ až $0,1 \mu\text{F}$; $C_{2,3} - 5 \text{ nF}$ (b), $T_{1,2} - 0,5$ až 5 mH .



Obr. 17. Odrušení komutátorového motorku

Stejnoseměrný proud: $C_1 - 1$ až $4 \mu\text{F}$, $L_{1,2}$ až 5 mH , $C_{2,3} 2,5 \text{ nF}$.

Střídavý proud: $C_1 - 0,05$ až $0,1 \mu\text{F}$, $C_{2,3} - 2,5 \text{ nF}$ (b), $L_{1,2} - 0,5$ až 5 mH

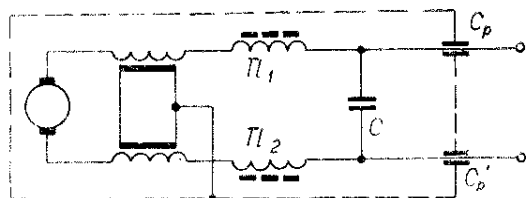
Podobným zapojením podle obr. 17 se v některých případech dosáhne lepších výsledků.

Při montáži odrušovacích prostředků je třeba dodržovat zásadu co nejkratších přívodů. Někdy se kondenzátory dávají přímo na kartáčky, tlumivky přímo ke kontaktům apod.

Kombinace odrušení s odstíněním dává velmi dobré výsledky, je však konstrukčně velmi náročná. Pokud je to nutné, lze použít zapojení podle obr. 18.

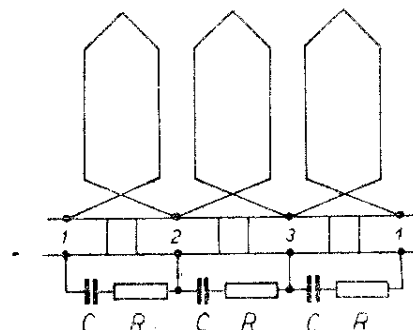
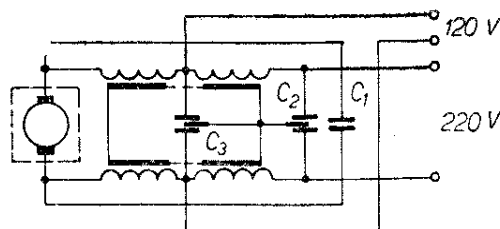
Mnohem snadněji se odrušují motorky s větším počtem lamel, nejobtížněji naproti tomu motorky s třemi lamelami, například motorky holicího strojku a dětských lokomotiv. V těchto případech se volí dost neobvyklá řešení, např. použití keramických členů RC přímo na rotoru (obr. 19).

Při odrušování holicích střížků je třeba upozornit na strojek sovětské výroby typu Charkiv. Překračuje totiž ve III. TV pásnu povolenou mez rušení a může působit rušení televizního příjmu. Pro nedostatek místa nelze vestavět další prostředky. Jedinou cestou ke zlepšení je odstínění. Rozměry stínicího pláště jsou na obr. 20.



Obr. 18. Odrušení komutátorového motorku kombinací odrušení a stínění

$C - 0,05$ až $0,1 \mu\text{F}$, $L_{1,2} - 0,5$ až 5 mH , $C_p, C_p' - 2,5 \text{ nF}$ (b) průchodkový

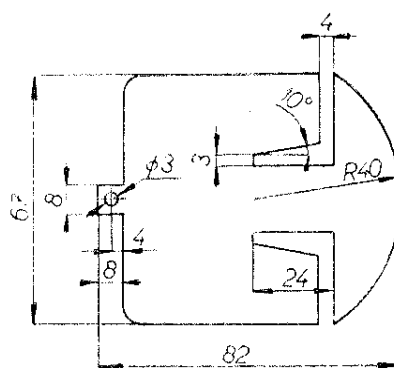


Obr. 19. Odrušení holicího strojku B 530

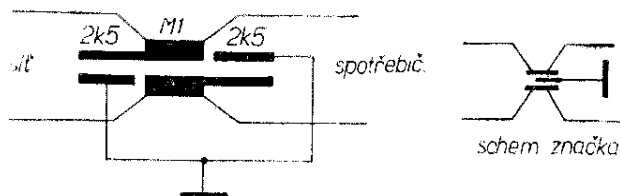
$C_1 - 5 \text{ nF}$, $C_2 - 20 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$ (ESA OK250 7), $C_3 - 20 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$ (ESA OK250 8), RC - keramický člen RC $50 \Omega + 15 \text{ nF}$

Vysavače

Vysavače jsou podle statistiky nejčastějším zdrojem rušení. Kromě několika typů z dovozu jde vesměs o výrobky EP Hlinsko. Novější typy jsou odrušeny jednotně širokopásmovými kondenzátory WK 72421, WK 72422, WK 72423, WK 72489. Kondenzátor (nebo vlastně filtr) je zásluhou vhodné konstrukce účinný až do 200 MHz . Proud napájející spotřebič prochází po celé délce polepu a



Obr. 20. Rozměry stínicího pláště pro dodatečné odrušení holicího strojku „Charkiv“. Materiál: mosazná fólie. Na fólii je přilepen papírový podklad o $2,5 \text{ mm}$ větší. VKV tlumivky se síťovým přívodem přijdou nad fólii



Obr. 21. Širokopásmový kondenzátor

s druhým polepem tvoří dlouhé vedení s velkou kapacitou na jednotku délky. Schéma širokopásmového kondenzátoru je na obr. 21, odrušení vysavače filtrem WK 72422 na obr. 22.

Filtr WK 72422 obsahuje širokopásmový kondenzátor $0,1 \mu\text{F}/250 \text{ V} \approx 2$ kondenzátory $2,5 \text{ nF}/250 \text{ V} \approx$ a dvě VKV tlumivky (feritové tyčinky o $\varnothing 2 \text{ mm}$ s 32 závitů drátu o $\varnothing 0,8 \text{ mm}$). Všechno je vestavěno do společného pouzdra.

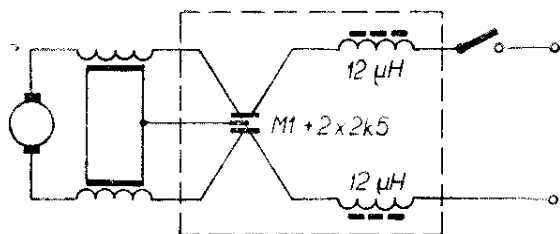
V pozdějších sériích s kvalitnějším motorem se vypustily VKV tlumivky a používal se filtr WK 72421.

Velmi častou závadou těchto odrušovačích prvků je průraz nebo přerušení spojení s explozí. Příčinou je nekvalitní provedení. Přestože se nový kus obtížně shání, nedoporučuje se nahrazovat filtr jednotlivými kondenzátory.

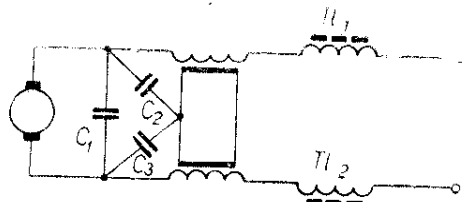
Vysoušeč vlasů

Budeme se zabývat jen nejrozšířenějšími typy. Před platností normy ČSN 342850 se v EP Hlinsko vyráběl T519. Pokusy o dokonalé odrušení u tohoto typu zpravidla ztroskotají (mechanický stav motorku). Rušení televize lze účinně potlačit zapojením podle obr. 23.

Nejrozšířenějším typem vysoušeče je výrobek Novoborských strojů EM521. Během výroby se zkoušelo několik způsobů odrušení. Původní zastříknuté kondenzátory byly nahrazeny širokopásmo-



Obr. 22. Odrušení vysavače širokopásmovým kondenzátorem WK 72422



Obr. 23. Základní schéma odrušení vysoušeče vlasů T519 (původní odrušovací prostředky odstranit)

C_1 – 10 nF keramický, přímo na držáky kartáčků, $C_{2,3}$ – 3,3 nF keramický, připájet na držáky kartáčků, $Tl_{1,2}$ – 32 závitů drátu o $\varnothing 0,8 \text{ mm}$ CuP na feritové tyčince o $\varnothing 3 \text{ mm}$ ($L = 12 \mu\text{H}$)

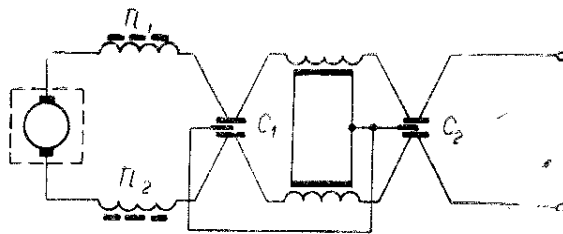
vými, ty pak zase keramickými. U nejstarších typů se mohou vyskytnout kusy, které ještě silně ruší. Obvykle pomůže změna zapojení podle obr. 24.

Mnohem snadněji se odrušují zařízení s dvojí izolací bez ochranného vodiče, mezi něž patří i některé vysoušeče. Po nulovém vodiči se totiž šíří nesymetrická složka rušení, která je nejhorší.

K odrušení jiných komutátorových motorků lze použít aplikace uváděných zapojení nebo převzít zapojení odrušovačích prostředků finálních výrobků.

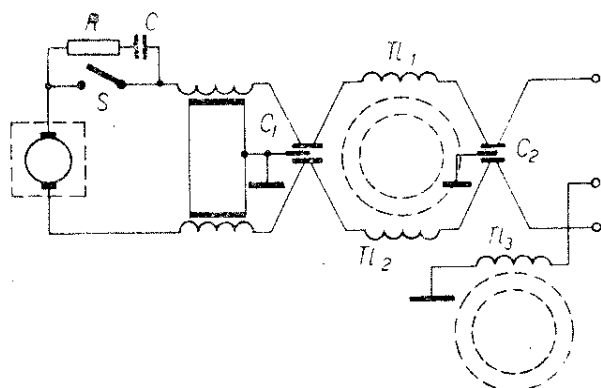
Komutátorové motorky s regulátorem

Dálnopisy, elektrické šicí stroje, registrační pokladny, kancelářské stroje a jiná zařízení způsobují rušení rozhlasového příjmu, jehož příčinou je jiskření komutátorového motorku a přerušujícího kontaktu. Jde tedy o zdroj, který je kombinací obou předcházejících charakteristických skupin. Rušení má opět spektrální charakter a zasahuje od dlouhých vln až do nejvyšších televizních pásem. Výsledkem společné funkce motorku a kontaktu je rušení mnohem složitějšího charakteru,



Obr. 24. Dodatečné odrušení vysoušeče EM521

C_1 – $2 \times 2 \text{ nF}$ (WK 71920), C_2 – $20 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$ (WK 71924), Tl_1, Tl_2 – $12 \mu\text{H}/2,5 \text{ A}$ (viz obr. 23)



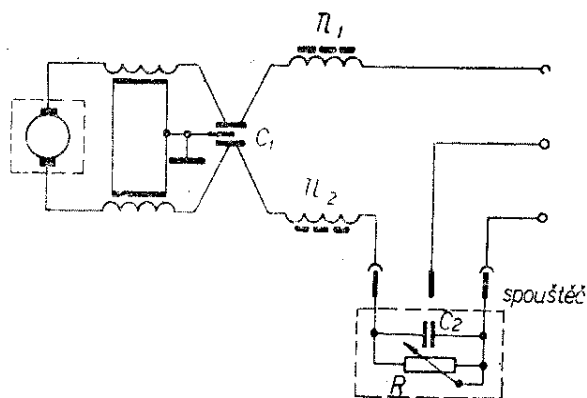
Obr. 25. Odrušení mixéru Pragomix Special 030N

$Tl_{1,2}$ – toroidní tlumivka 2×4 mH, Tl_3 – toroidní tlumivka 2,5 mH, RC – sériová kombinace $0,1 \mu\text{F} + 50 \Omega$ (TC 11108), $C_{1,2}$ – širokopásmový kondenzátor WK 72421 – $0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5$ nF, S – spínač ve funkci odstředivého regulátoru

než jaké působí každý zdroj samostatně. V jakém poměru jsou oba zdroje zastoupeny, to lze vyčíst z televizní obrazovky. Dlouhé, intenzivní čáry přes obrazovku s nevýraznými krátkými čarami přes zbytek stínítka svědčí o tom, že rušení působené kontaktem je silnější. Bezpečně to lze určit krátkým vyřazením kontaktu (zkratováním nebo přerušením). Přerušujícím kontaktem je u sériového motorku odstředivý kontakt na rotoru, u kancelářských strojů a registračních pokladen spínací tlačítko apod.

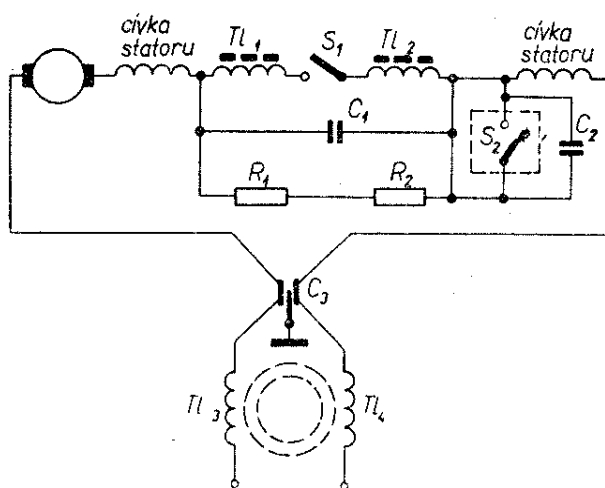
Zapojení odrušovacích prostředků se odvozuje z odrušení kolektorového motorku a přerušujícího kontaktu.

Představitelem této skupiny zdrojů je elektrický mixér s regulátorem otáček.



Obr. 26. Odrušení motoru šicího stroje

C_1 – $0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5$ nF (WK 72492), C_2 – 50 nF (WK 72495), $Tl_{1,2}$ – tlumivka 5 mH, R – spouštěcí odpor $500 \Omega/50 \Omega$, Střední přívod spouštěče je nulák



Obr. 27. Dodatečné odrušení sčítacího stroje Zeta 1521

$Tl_{1,2}$ – VKV tlumivky $12 \mu\text{H}/2,5$ A (WF 60706), $Tl_{3,4}$ – toroidní tlumivka 2×10 mH (T1 10002), C_1 – keramický kondenzátor 15 nF/250 V~, C_2 – keramický kondenzátor 10 nF/250 V, C_3 – širokopásmový kondenzátor $0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5$ nF (WK 72492)

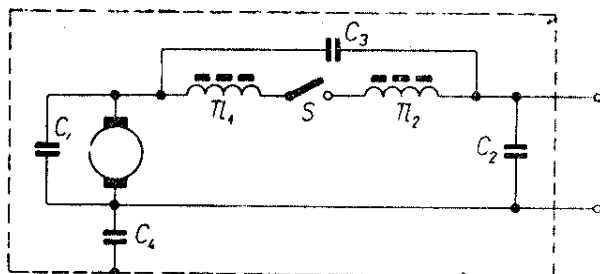
Odrušení typu Pragomix je na obr. 25.

Kombinace RC (TC 11108) se vyznačuje tím, že se u ní vlivem poddimenzování velmi často přeruší odpor $50 \Omega/1$ W. Na rozdíl od závady širokopásmových kondenzátorů se to na funkci stroje nijak neprojevuje.

Snadnou kontrolou kombinací RC je jiskření při připojování prostředku k síťovým svorkám.

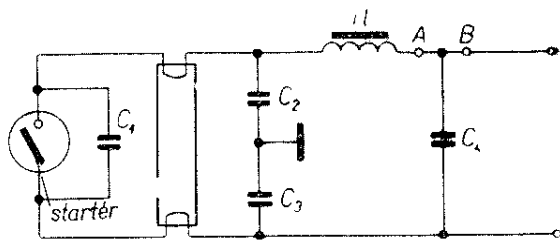
Jako další příklad je na obr. 26 odrušení motorku k šicímu stroji s nožním regulátorem.

S odrušováním kancelářských strojů přijdou sice amatéři do styku jen výjimečně, přesto však uvedu jako příklad dodatečné odrušení pro sečítací stroj Zeta 1521. Je velmi rozšířený a v původním provedení ruší, neboť se vyráběl před plat-



Obr. 28. Odrušení kalkulačního stroje

$C_{1,4}$ – $0,2 \mu\text{F}$, C_3 – 0,05 až $0,1 \mu\text{F}$, C_4 – 5 nF (b), $Tl_{1,2}$ – 0,5 mH



Obr. 29. Základní odrušení zářivky

$C_1 - 10 \text{ nF}$, $C_{2,3} - 5 \text{ nF}$ (b), C_4 – účinnostní kondenzátor
 TL – srážecí tlumivka

ností ČSN 342850. Zapojení je na obr. 27.

Základní zapojení odrušovacích prostředků u registrační pokladny nebo kalkulačního stroje je na obr. 28.

U starých typů zařízení se velmi často setkáváme s nedostatkem místa pro montáž odrušovacích prostředků. Tento problém se obchází tím, že těsně k motoru a ke kontaktům se připájí miniaturní keramické kondenzátory a tlumivky pro VKV, které mají zajistit maximální potlačení kmitočtů nad 50 MHz. Prostředky účinné v rozhlasových pásmech, které jsou rozměrově větší, se vkládají až do síťového přívodu co nejblíže ke stroji. Zde je však zvláště nutné dodržet všechna bezpečnostní pravidla.

Odrušení zářivek a výbojek

Příčinou vzniku rušivé vf energie u těchto zařízení jsou složité a ne zcela prozkoumané jevy, probíhající při výboji ve zředěných plynech nebo rtuťových parách. Stejný charakter rušení mají i trubice neonových reklam. Zde však bývá nejčastější příčinou rušení nedostatečná izolace na straně vysokého napětí nebo v přepínacím automatu.

Zářivky jsou zdrojem vf oscilací především ve středovlnném a dlouhovlnném pásmu. Lze se však výjimečně setkat i s tím, že ruší televizi. Hladina rušení je u některých zářivek nízká, někdy však zjistíme i extrémní hodnoty. Rušení vzniká pravděpodobně vlivem určitého stavu emisních katod zářivek a jeho výskyt je zcela nepravidelný. Není možné říci předem, bude-li určitý kus rušit nebo ne, popřípadě ve které fázi doby života se rušení objeví. Všeobecně se však rušení zvyšuje ke konci doby života zářivky jako dů-

sledek únavy materiálu. Rušení lze někdy omezit změnou přívodů k jednomu nebo oběma vláknům, nebo také zajištěním dobrého kontaktu mezi trubicí a držákem.

Přes startér se zapojuje kondenzátor, který obvykle stačí k jeho uspokojivému odrušení. Doporučuje se 10 nF/250 V. U běžných startérů je s doutnavkou ve společném pouzdře. V případě potřeby lze odrušení zlepšit zapojením kondenzátorů o kapacitě 5 nF mezi kostru a každý přívod podle obr. 29.

Nedoporučuje se používat větší kapacity než 50 nF paralelně k zářivce, protože to zkracuje její životnost.

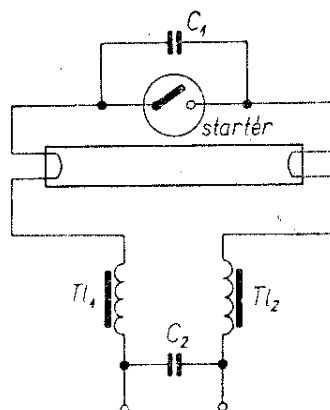
Dalšího zmenšení rušivého napětí lze dosáhnout vložím tlumivek do přívodů. Tlumivky mají mít indukčnost asi 10 mH.

Je třeba dodržet zásadu, že tlumivka vložená do přívodu v bodě A musí být dimenzována na větší proud, než je-li připojena v bodě B (rozdílný účinník).

Dalšího podstatného snížení úrovně se dosáhne rozdělením tlumivky na dvě stejné části, čímž vlastně zapojení symetrizujeme. Respektujeme-li při návrhu tlumivky požadavek minimální vlastní kapacity, tlumicí účinek podstatně vzroste (obr. 30).

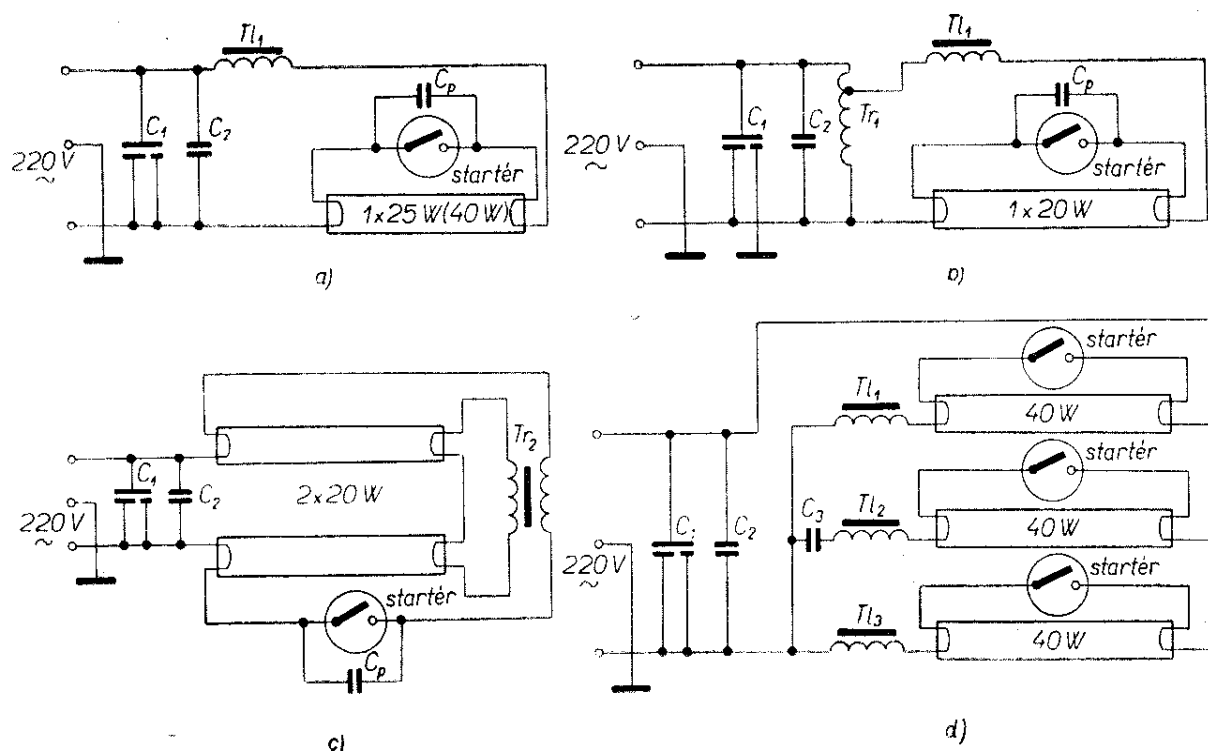
Běžně vyráběné zářivky jsou určeny pro použití ve standardních držácích, které jsou odrušeny již při výrobě. Na obr. 31 je přehled odrušení továrně vyráběných zářivkových svítidel různých výkonů.

Kromě uvedených způsobů odrušení zářivek se stále hledají nové, účinnější.



Obr. 30. Odrušení zářivky symetrizací

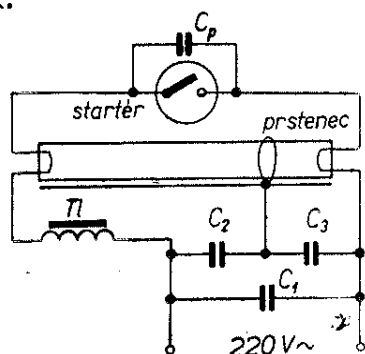
$C_1 - 10 \text{ nF}$, C_2 – účinnostní kondenzátor, $TL_{1,2}$ – srážecí tlumivky 4 až 5 H



Obr. 31. Různá zapojení odrušení zářivkových svítidel

C_1 – 50 nF + 5 nF (TC 11004), C_2 – 4 μ F/250 V (WK 70912), C_3 – 10 nF, Tl_1, Tl_2, Tl_3 – srážecí tlumivka typ 840, Tr_1 – transformátor typ 829 220/110 V, Tr_2 – žhavicí transformátor typ 870. TC 11004 lze nahradit širokopásmovým WK 72491. Tr_1 v obr. b) má mít železo

Jeden z nich je na obr. 32. Zapojení je výhodné tím, že se rušení potlačuje v bezprostřední blízkosti jeho vzniku – na skle trubice. Na zářivku se navleče objímka ve tvaru prstence, který zaručuje kontakt s vodivým proužkem na skle. Tento kontakt se vyvede do středu soustavy odrušovacích kondenzátorů. Z hlediska bezpečnosti se musí u kondenzátorů $C_{2,3}$ dodržet hodnota 2 500 pF. Kondenzátor C_1 má kapacitu 0,2 μ F a kromě odrušení zlepšuje účinník.



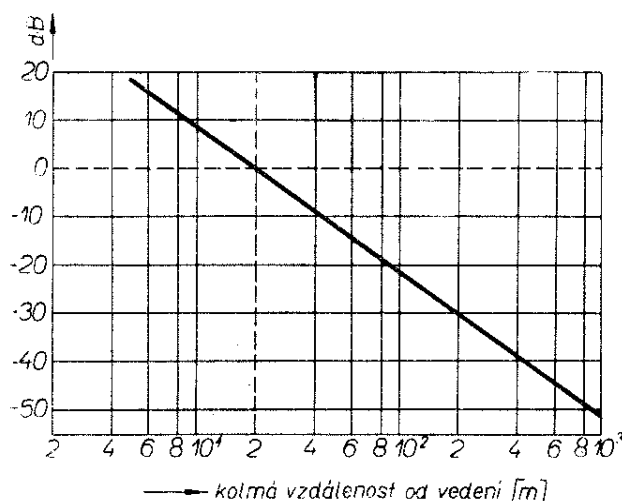
Obr. 32. Odrušení zářivky s použitím kovového prstence

C_1 – 0,2 μ F/250 V, $C_{2,3}$ – 2 \times 2,5 nF (b), C_p – 10 nF, Tl – 8 H

Pokud se v amatérské praxi setkáváme s jinými typy výbojek, použijeme některé uvedené zapojení. Opět je třeba dbát na montáž odrušovacích prostředků co nejtěsněji ke zdroji.

Vedení vysokého napětí a sekundární sítě jako zdroj rušení

Pro úplnost uvedu ještě několik praktických zkušeností s vedením vysokého napětí a se sekundárními sítěmi. Amatér zde sám může těžko zasáhnout, může však odstranění rušení urychlit. Pokud se mu podaří alespoň přibližně určit místo závady, může informovat přímo nebo prostřednictvím odrušovací služby rozvodné závody, které jsou jako provozovatel povinny závadu odstranit. Zatím totiž nejsou tyto podniky vybaveny vhodnými přístroji k vyhledání místa závady odrušovací službu je možné jen tehdy, jde-li o rušení československých stanic (nikoli tedy zahraničních vysílačů). U rozhlasových vysílačů se zajišťuje příjem dvou programů, u televize jednoho.



Obr. 33. Relativní závislost intenzity rušivého pole na kolmé vzdálenosti od vedení

Tento typ rušení se vyskytuje tam, kde vedení vn probíhá v blízkosti obydleného území. U televize působí při užitečném signálu $500 \mu\text{V/m}$ rušení až do vzdálenosti 0,5 km kolmo na vedení. Relativní závislost intenzity rušivého pole na vzdálenosti je graficky vyjádřena na obr. 33.

Toto rušení má dvě příčiny. Základní rušení, způsobené korunou při jinak bezvadném stavu vedení, je neodstranitelné, jeho velikost však musí odpovídat příslušné normě (tab. 1). Kmitočtové rozložení koronového výboje je na obr. 34. Kromě toho se může vyskytnout mnohem silnější rušení, způsobené nějakým mimořádným stavem. Tyto závady jsou na lince nebo na transformátoru. Nejčastější závadou jsou prasklé nebo jinak poškozené izolátory (podpěrné i závěsné), vadné sekční spínače, jiskřící průchodky v trafostanicích, nedotažené svorky a svazky nebo cizí vodič na vedení. Nejčastěji se rušení objevuje na linkách 22 kV, 35 kV a 10 kV. Rušení má spektrální charakter s řadou výrazných maxim, způsobených rezonančními vlastnostmi každé soustavy. Charakteristickým jevem je silná závislost na počasí. Při vlhkém a deštivém počasí rušení zmizí nebo se zmenší, za suchého počasí intenzita naopak vzrůstá (vadný izolátor). Výjimečně lze pozorovat i opačnou závislost. Pro vliv počasí je rozhodující, co rušení způsobuje.

V reproduktoru se rušení projevuje jako praskavý zvuk, často v nepravidelných intervalech a o nestejné síle. Na obrazov-

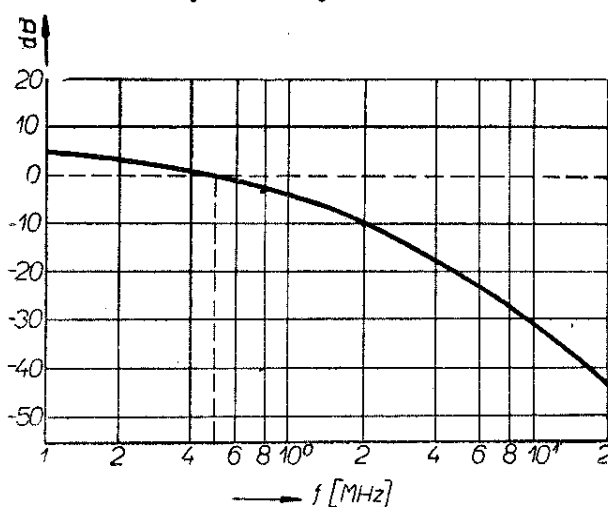
ce je rušení rozloženo ve dvou pásech (modulace $2 \times 50 \text{ Hz}$), které jsou složeny z krátkých čar.

K přibližnému určení místa vzniku stačí většinou přenosný přijímač. Při zachování všech bezpečnostních předpisů se pohybujeme s přijímačem pod vedením a pozorujeme intenzitu charakteristického praskotu. Pokud má přijímač více rozsahů, použijeme ten, na němž je rušení nejsilnější. Při prohlídce si všímáme zjevných závad, jako je např. cizí vodič na vedení, poškozené izolátory atd. Velmi často je pod vadným místem akusticky slyšet sršení. Ještě jednou je třeba upozornit na dodržování všech bezpečnostních ustanovení – v žádném případě se nesnažíme závadu opravit nebo odstranit (shodit cizí vodič).

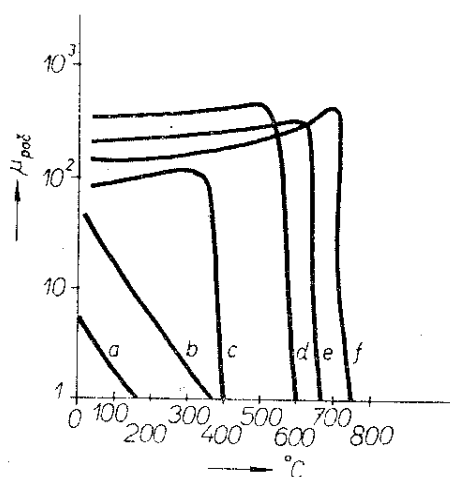
Zvláštním případem rušení od vysokého napětí je rušení vedením pro střídavou trakci. Toto rušení je velmi intenzivní v oblasti tratí se střídavým proudem 25 kV/50 Hz. Silné produkty spadají až do oblasti 200 MHz. Rušení způsobují hliníkové dělené věšáky (místo měděných). V současné době se dělají opatření k likvidaci tohoto rušení.

Sekundární vedení, domovní a bytová instalace

V poslední době se objevuje stále více případů rušení od sekundárních sítí a instalací. Téměř vždy jde o rušení rozhlasu. Příčinou jsou především uvolněné svorky nebo svazky, které jiskří v závislosti na



Obr. 34. Spektrum rušivého vyzařování korony na vn vedení (vztaheno k 0,5 MHz)



Obr. 35. Závislost μ_{poc} u odporových materiálů z tab. 2

odběru. Zvláště používání hliníkových vodičů a přetěžování sítě způsobuje tyto poruchy. U venkovního vedení způsobují rušení opět svorky nebo svazky, ale i cizí vodiči (nebo jiné předměty) na vedení.

Druhou, specificky odlišnou příčinou zhoršování příjmu je pokles nebo vzrůst napětí mimo povolené tolerance. Tím se však nebudeme zabývat, protože nejde o přímé rušení a průměrný amatér si v takových případech umí poradit.

Při hledání místa vzniku selhávají obvyklé zaměřovací metody. Vedení samo vysokofrekvenční rušivou energií rozvede, takže maximum není jednoznačné. Defektní místo vedení lze však vyhledat postupným vypínáním úseků. Přesto však nedoporučuji tyto kroky realizovat mimo vlastní byt. V případě potřeby je třeba požádat o pomoc odrušovací službu, která je k tomu ve spolupráci s rozvodnými závodů oprávněna.

Rušení rozhlasu sekundární modulací

Pokud jsme zatím mluvili o zdrojích rušení, měli jsme na mysli zařízení, jejichž provozem vzniká nežádoucí vysokofrekvenční energie, která je předávána do napájecí sítě nebo přímo vyzařována. Rušivý účinek těchto zdrojů závisí na úrovni pole užitečného signálu. Takovým zdrojům rušení říkáme primární. Často se však setkáváme se zařízeními, při jejichž provozu sice nevzniká žádné vf napětí, ale mění se v místě příjmu napětí nebo síla

pole užitečného signálu. To jsou sekundární zdroje rušení. Izolovaný vodič v blízkosti přijímací antény, který větrem přichází do styku s jiným uzemněným vodičem, mění užitečnou sílu všech vysílačů nezávisle na jejich intenzitě. Náhlé změny intenzity pole se v reproduktoru projeví jako praskání. Při příjmu rozhlasu v pásmech SV a DV na nedokonalé antény se v obvyklém prostředí největší část vf energie přivádí přes silnoprůdovou síť. Pak každá změna impedance sítě, vyvolaná připojením nebo odpojením spotřebičů, způsobí sekundární poruchy.

Existuje také mnoho zařízení napájených ze sítě, jejichž vf impedance je závislá na okamžité hodnotě napájecího napětí nebo proudu, tj. nějakým způsobem se mění v rytmu 50 Hz nebo $2 \times 50 \text{ Hz} = 100 \text{ Hz}$. Tepelné spotřebiče používají často odporové dráty s feromagnetickými vlastnostmi pod Curieovým bodem. Takové přístroje mění svou impedanci v rytmu dvojnásobného kmitočtu sítě a působí rušení rozhlasu sekundární modulací. Prochází-li topnou spirálou střídavý proud, ovlivní velikost permeability, čímž se v rytmu kmitočtu napájecího proudu mění také výsledná velikost povrchového jevu a tím i výsledná impedance. Prakticky se toto rušení projevuje jako brum v reproduktoru, je-li přijímač vyladěn na silnější stanici.

To je tedy správné vysvětlení pro často chybně zdůvodňovaný brum při zapnutí sporáku nebo vařiče.

Pokusy ukázaly, že tuto vlastnost nemá materiál, který nelze magnetovat při vyšší teplotě, než je teplota prostředí. Postaráme-li se o to, aby provozní teplota topného tělesa byla nad Curieovým bodem odporového materiálu, sekundární modulace zmizí.

V tabulce 2 je přehled materiálů pro odporové vodiče a na obr. 35 průběh μ_{poc} v závislosti na teplotě.

Nejméně příznivé vlastnosti shledáváme u materiálů f, e, d, neboť při provozu budou pracovat pod Curieovým bodem. Všimněme si, že v přehledu jde o nejlevnější materiály (s největším obsahem železa). To je jedna z příčin častého výskytu rušení tohoto typu u tepelných spotřebičů.

Tab. 2. – Nejčastěji používané odporové materiály

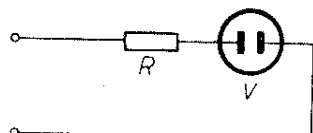
Materiál	Procentní složení				$\kappa (\Omega^{-1}m^{-1})$
a	12,5 Cr	60 Ni	2,5 Mň	25 Fe	$9,5 \cdot 10^5$
b	15 Cr	65 Ni	—	20 Fe	$9 \cdot 10^5$
c	99,5 Cr	0,5 Co	—	—	$120 \cdot 10^5$
d	20 Cr	5 Al	3 Co	72 Fe	$7 \cdot 10^5$
e	20 Cr	3,5 Al	—	76,5 Fe	$8 \cdot 10^5$
f	6 Cr	7 Al	—	87 Fe	$8 \cdot 10^5$

Nepříznivě působí i skutečnost, že v současně platné normě není rušení sekundární modulací zahrnuto. Nepodrobují se tedy zkoušce ani nové typy. V některých státech však procento škodlivé modulace norma předepisuje.

Kromě tepelných spotřebičů způsobují sekundární modulaci i jiná zařízení. Svého času vznikl v Praze a v několika krajských městech velký problém s rušením rozhlasu sekundární modulací, kterou způsobovaly dovezené osvětlovací výbojky.

Výbojky s příkonem 160 W a 250 W na 220 V měly tvar žárovky a šly za ni přímo vyměnit. Místo obvyklé srážecí tlumivky se použil aktivní odpor žárovkového vlákna, které vlastní „prasátko“ obklopovalo. Toto vtipné zapojení využívá světla výbojky a žárovky současně, čímž se dosahuje příznivého spektrálního rozložení a dobré účinnosti.

Na obr. 36 je schematické zapojení směšové výbojky bez zapalovacího obvodu. Ke změně vf impedance výbojky v závislosti na kmitočtu sítě dochází takto: v okamžiku maximálního napětí na výbojce bez ohledu na polaritu, tj. v obou vrcholech napájecího napětí, je výbojka „zapálena“ a vf impedanci představuje odpor žárovkového vlákna s téměř zanedbatelnou impedancí výbojky. Jak napětí klesá podle sinusovky, vf impedance výbojky stoupá, až v úseku kolem nuly vý-



Obr. 36. Směšová výbojka bez zapalovacích obvodů (R – odpor žárovkového vlákna, V – výbojka)

boj zhasíná a impedance prudce vzroste. Tento pochod se opakuje každou půlperiodu napájecího napětí.

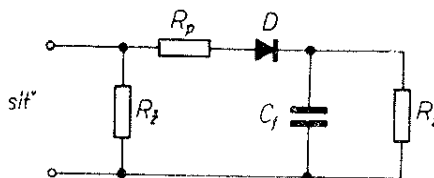
Podobnou nelinearitu vykazuje např. i napájecí část televizoru nebo rozhlasového přijímače. Náhradní zjednodušené schéma je na obr. 37. Vf impedance na síťových svorkách je funkcí síťového kmitočtu, což způsobuje usměrňovací dioda D . Pokud je dioda uzavřena pro napájecí proud, představuje dostatečnou impedanci i pro vysoký kmitočet. Otevřená dioda v druhé půlperiodě výslednou impedanci značně zmenší.

Na rozdíl od předcházejícího případu, kde rušivá modulace byla 100 Hz, je v jednocestném usměrňovači jen poloviční — 50 Hz.

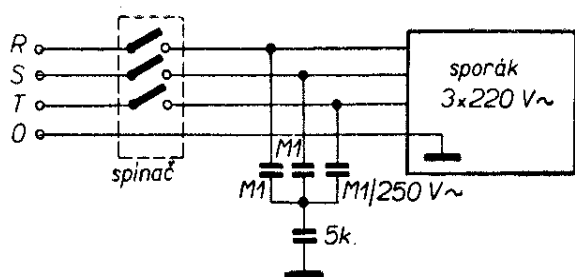
V praktických aplikacích je tento jev aktuální jen pro SV a DV, výjimečně i na krátkých vlnách. Nad 30 MHz neutralizují účinek vlastní kapacity a indukčnosti.

Sekundární modulaci lze na straně příjmu odstranit jen úpravou antény. Je třeba zajistit, aby se co nejvíce přijímaného signálu čerpalo z volného prostoru a aby anténa byla co nejméně vázána s napájecí sítí.

Víme-li, který zdroj rušení způsobuje, je náprava velmi snadná a účinná: omezíme přístup vf energie na spotřebič, nebo



Obr. 37. Zjednodušené schéma napájecího dílu televizoru (R_z – žhavení, R_p – předřadný odpor, D – usměrňovač, C_f – filtr. kondenzátor, R_z – zátěž)



Obr. 38. Zapojení odrušovacích prostředků u elektrického sporáku. Zlepšení odrušovacího účinku dosáhneme zvětšováním kapacity 5 nF. Písmena R, S, T je nové označení fází

– což je ovšem totéž – odstraníme závislost impedance spotřebiče na síťovém napětí. Přemostění síťových svorek rušivého zdroje co nejbližší místa vzniku rušení kondenzátorem 0,1 $\mu\text{F}/250\text{ V}$ nebo zařazení vf tlumivek 10 mH do síťového přívodu naprosto stačí.

Rozhlasové přijímače a televizory mají obvykle síťové přívody již blokovány. Stává se však, že při opravách je tento kondenzátor vyštípnut a použit na jiném místě.

Odrušujeme-li spotřebič s třífázovým napájením, zapojíme jej podle obr. 38.

Vysokofrekvenční zařízení pro lékařské a průmyslové účely

Pro všechny dosud uváděné skupiny rušivých zdrojů byl typický spektrální charakter rušivých kmitočtů. Diatermie a průmyslová vysokofrekvenční zařízení tvoří charakteristickou skupinu, u níž může rušení způsobovat jen pracovní kmitočet nebo kmitočty harmonické, popřípadě určité pásmo kolem těchto kmitočtů. Je třeba zdůraznit, že výroba vysokofrekvenční energie je u těchto zařízení požadovanou součástí jejich funkce. Vzhledem k používaným pracovním kmitočtům jde zpravidla jen o rušení příjmu televize nebo rozhlasu v pásmu VKV. Vzácnější je výskyt tohoto rušení v pásmech vyhrazených pro amatéry nebo služby. Všimněme si především prvního případu. Zařízení, které vyrábí vf energii pro lékařské nebo průmyslové účely, může rušit televizní příjem tehdy, leží-li pracovní nebo harmonický kmitočet uvnitř televizního

kanálu nebo vlivem nežádoucího směšování a křížové modulace vně přijímaného kanálu. Rušení kmitočty ležícími mimo televizní kanál je podmíněno silným nežádoucím signálem, pronikajícím na vstup televizoru. U zařízení tohoto typu to bývá často splněno. Poruchy způsobované vysokofrekvenčními účelovými zařízeními nepokrývají celou plochu obrazovky, ale vytvářejí jeden nebo dva široké horizontální pruhy. Jsou-li rušící generátor a televizor napájeny ze stejné sítě (což je obvyklé), stojí pruh na jednom místě. V opačném případě se pruh (pruhy) pomalu vertikálně pohybují po obrazovce. Zaplnění pruhů má specifickou konfiguraci, charakteristickou pro tyto rušivé zdroje.

Výskyt rušení jen v části obrazu (v pásu nebo v páscech) je způsoben principem zapojení generátoru vysokofrekvenčních účelových zařízení. Anodový obvod výkonového generátoru vysokého kmitočtu se totiž pro jednoduchost napájí buďto střídavým proudem, nebo z jednocestného usměrňovače bez filtrace. Vlastní funkci generátoru to nevádí. Vysokofrekvenční energie má pulsní průběh s opakovacím kmitočtem 50 Hz nebo 100 Hz. Během provozu se především změnou zátěže nepřetržitě mění kmitočet generátoru, čímž se mění i charakteristická kresba uvnitř pásu na obrazovce televizoru. Poruchy zvukového doprovodu (pokud se vyskytnou) se projevují brucením o kmitočet 50 Hz nebo 100 Hz. Největším problémem při likvidaci rušení průmyslovými a lékařskými vysokofrekvenčními zařízeními je rozmanitost zařízení a jejich pracovních kmitočtů, z nichž jen malá část splňuje příslušnou normu.

Lékařská zařízení

Pro diatermie je charakteristická doba provozu, pohybující se u jednoho pacienta v rozmezí 10 až 20 minut. Při síle pole užitečného signálu 500 $\mu\text{V}/\text{m}$ lze u diatermií s výkonem 300 W pozorovat rušení až do vzdálenosti 1 km, při užitečném signálu 10 mV/m maximálně ve vzdálenosti 250 m. U zařízení se 40 až 80 W při síle signálu 500 $\mu\text{V}/\text{m}$ je rušen obraz až ve

vzdálenosti 300 m, při 10 mV/m až 30 m. Tyto údaje se vztahují na diatermie starých typů, které nevyhovují platné normě, jichž je však bohužel v provozu stále ještě dost. Nové dovážené diatermie postupně nahrazují staré rušící typy.

U stávajících typů diatermií se odrušení dočasně řeší přeladěním pracovního kmitočtu tak, aby harmonické nespádaly do televizních kanálů. Účinně pomáhá symetrizace generátoru, zařazení filtrů do síťových přívodů a dokonalé odstínění celé skříně.

Při rušení poslechu televize provozem vf účelových zařízení je třeba se obrátit na Inspektorát radiokomunikací.

Spadá-li základní kmitočet diatermie nebo některý harmonický kmitočet do mf pásma televizoru, může vzniknout rušení i touto cestou. Rušení lze odstranit zlepšením odolnosti televizoru, tj. zařazením anténních filtrů, které si popíšeme dále.

Vysokofrekvenční zařízení pro průmyslové použití

Pracovní kmitočty generátorů se volí zásadně v závislosti na technologickém postupu. Nelze však používat jiné kmitočty než ty, které povoluje norma ČSN 342850. Nejvíce ruší typy v pásmu 13,5 MHz nebo 27 MHz, které se používají při zpracování plastických hmot. Při velmi malé vzdálenosti televizních přijímačů od generátoru může vznikat rušení vlivem zahlcení vstupních obvodů televizoru základním kmitočtem. Průmyslové generátory na rozdíl od diatermií pracují naštěstí na průmyslovém území, kde se s poslechem nepočítá.

Doba trvání rušení je závislá na technologii a počtu současně pracujících generátorů. Jeden cyklus při dielektrickém ohřevu trvá u jednoho generátoru asi 1 až 5 minut. Při užitečném signálu 10 mV/m se rušení na základním kmitočtu objeví do okruhu asi 50 m, na harmonických kmitočtech do okruhu 100 m. Je-li užitečný signál 500 μ V/m, musíme s rušením na základním kmitočtu počítat do vzdálenosti 100 m, na harmonických spadajících do televizních kanálů až do 1 km. Rušení obrazu provozem vf průmyslových generátorů se projevuje stejně jako rušení diater-

mií. Liší se jen dobou trvání, systémem provozu a okruhem působnosti. Pro účinné potlačení rušení průmyslovými generátory jsou nevyhnutelné stíněné kabiny a samozřejmě i filtry v síťových přívodech, které zabraňují šíření nežádoucích kmitočtů do sítě

Pokud jde o stínění, uvádím v souvislosti s odrušením vf účelových zařízení několik praktických poznatků, které nejsou obsaženy v normě ČSN 342865. Lze je totiž uplatnit i v amatérské praxi, např. při odstínění místností s přijímacím zařízením, větších vysílačů apod.:

1. Šopování stěn místností kovem je nevyhovující. Celistvost povrchu je porušována praskáním, zejména u panelových staveb. Toto stínění se obtížně spojuje se stíněním oken a dveří. Nelze je použít ve vlhkých, horkých a prašných prostředích.

2. Pro méně náročné požadavky (např. příjem středních a dlouhých vln) stačí jednoduché stínění z drátěného pletiva. Větší nároky splní stínění z dvojitého drátěného pletiva s rozměry ok asi 3 mm. Spoje pletiva, které je ve styku uříznuto, musí být pájeny.

3. Vzhledem ke značné obtížnosti stavby dvojitého stínění je pro vysoké nároky na útlum v širokém kmitočtovém rozsahu nejvýhodnější jednoduché plechové stínění ze železného nebo pozinkovaného plechu. Spoje plechových tabulí musí být svařované nebo pájené po celé délce.

4. Dveře musí dosedat obvodem celého dveřního rámu včetně prahu tak, aby byl zajištěn dobrý kontakt. Používá se kovová šňůra nebo dvojité těsnění z pérového plechu. Stínění oken, větracích otvorů apod. se provádí ve tvaru stínících komínků, které jsou navzájem svařeny (kompletní stínění pro okenní a dveřní jednotky včetně rámu vyrábí v typizovaných jednotkách n. p. Závody elektrotepelných zařízení, Rychnov n. Nisou).

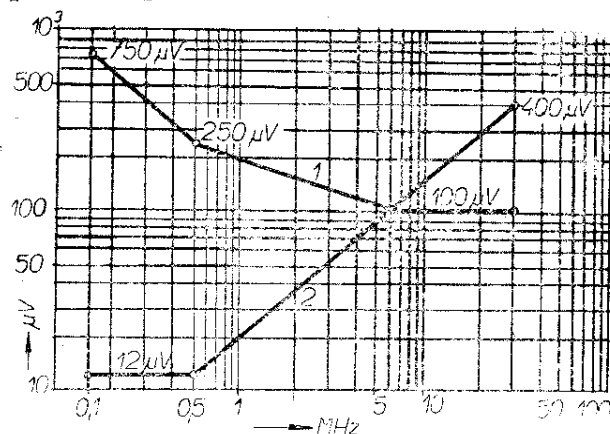
5. Šíření vf energie po vodičích zabráníme vhodnými filtry nebo stíněním. Doporučuji vyvádět všechna vedení ze stíněného prostoru v jednom místě průchodkovými kondenzátory nebo filtry.

6. Při stínění oplechováním se uzem-

nění chrání běžným způsobem, odpovídajícím silnoproudým předpisům.

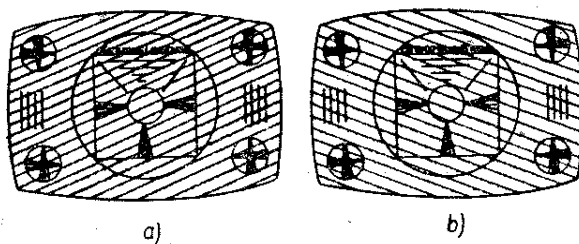
Rozhlasové a televizní přijímače jako zdroj rušení

Všechny superhety působí vlivem směšovacího principu jako vysílače, vyzařující rušivou vysokofrekvenční energii na základním nebo harmonickém kmitočtu oscilátoru, popřípadě na kmitočtu mezifrekvence. Rušení způsobují i zpětnovazební a superreakční přijímače. U televizních přijímačů přistupují ještě rozkladové obvody (především řádkový), obrazový detektor a mezifrekvenční zvukový díl. Nejvyšší přípustné meze pro rušivé vyzařování rozhlasových a televizních přijímačů jsou pevně stanoveny normou; pro rušivé kmitočty do 30 MHz se sleduje jejich napětí. Na obr. 39 jsou nejvyšší přípustné hodnoty rušivých napětí na síťových, reproduktorových a anténních svorkách přijímače. Na kmitočtech nad 30 MHz do 300 MHz nesmí intenzita rušivého pole překročit $30 \mu\text{V/m}$ ve vzdálenosti 30 m, nad 300 MHz je předepsáno $90 \mu\text{V/m}$ ve vzdálenosti 10 m. Jde-li o základní kmitočet oscilátoru televizního přijímače nebo přijímače VKV, je v pásmu 30 až 300 MHz povoleno $150 \mu\text{V/m}$ ve vzdálenosti 30 m. Tato poslední podmínka je dost benevolentní



Obr. 39. Nejvyšše dovolené úrovně rušivých napětí na svorkách přijímačů

1 – mez rušivého napětí na anténních, síťových, reproduktorových a všech ostatních svorkách přijímačů kromě anténních svorek TV přijímačů; 2 – mez rušivého napětí na anténních svorkách televizních přijímačů



Obr. 40. Sklon interferenčních pruhů na obrazovce

a vycházela z možností při konstrukci vstupních dílů prvních TV přijímačů. Moderní technologie, především tranzistorizace, umožní tuto podmínku zpřísnit. Co nejmenší vyzařování oscilátoru je velmi žádoucí především u televizního příjmu a problémem bude zvláště při přechodu na IV. a V. televizní pásmo.

Obecně vysokofrekvenční rušivé napětí, pronikající do propustného pásma televizoru, se na obrazovce projeví jako šikmé nebo svislé pruhy. Počet pruhů a jejich sklon určuje poměr rozdílu mezi kmitočtem rušení a kmitočtem nosné obrazu ke kmitočtu řádek

$$n = \frac{f_r - f_{\text{obr}}}{f_{\text{řád}}},$$

kde f_r je kmitočet rušení, f_{obr} – nosná obrazu, $f_{\text{řád}}$ – řádkový kmitočet (15 625 Hz), n – počet pruhů.

Čím větší je tento poměr, tím více je šikmých nebo svislých čar přes obrazovku. Je-li rozdílový kmitočet (čitatel zlomku) beze zbytku dělitelný kmitočtem řádků, jsou pruhy svislé. Stává se to však jen výjimečně a pruhy jsou většinou šikmé. Je-li desetinný zbytek větší než 0,5, jsou pruhy nakloněny jako na obr. 40a, je-li menší než 0,5, jsou nakloněny jako na obr. 40b. Opačně je možné určit z počtu pruhů rušící kmitočet, což je vlastně v praxi nejpotřebnější. Vztah pro výpočet získáme úpravou předcházejícího:

$$f_r = n f_{\text{řád}} + f_{\text{obr}}.$$

Oscilátor rozhlasového přijímače

Pokusme se zjistit, za jakých okolností může rozhlasový přijímač s obvyklými kmitočtovými pásmy běžného uspořádání rušit jiný rozhlasový přijímač nebo

televizor. Není účelem dělat přesný teoretický rozbor a budeme se proto zabývat jen těmi případy, které jsou podle statistiky nalezených zdrojů nejčastější.

Na prvním místě je třeba uvést vyzařování harmonických oscilátoru přijímače na krátkých vlnách, které mohou rušit příjem televize. Přeladuje-li se obvykle oscilátor asi od 6,5 MHz do 23 MHz, může už třetí harmonická padnout do I. televizního pásma. Poměrně zřídka dochází k rušení proto, že harmonická spadá do pásma mezifrekvence. Parazitní vyzařování oscilátoru vzniká vlivem špatného stínění jeho obvodu, nedostatečnými konstrukčními opatřeními k omezení vyzařování, ale také špatně nastaveným režimem elektronky nebo nevhodným zapojením. S takovými chybami se setkáváme nejen u amatérských zařízení, ale i továrních přijímačů, které se vyráběly před zavedením normy o odrušení. V praxi k tomu přistupuje ještě malá vzdálenost mezi rozhlasovým a televizním přijímačem, takže často může rušit i přijímač vyhovující normě. Přesto všechno není tento způsob rušení příliš závažný. Může se projevit jen v I., nanejvýš II. TV pásmu a časový výskyt je krátkodobý, prakticky jen po dobu přeladování. Pro oscilátory rozhlasových přijímačů, které jsou kmitočtově nestálé, je typický neustále se měnící počet a sklon pruhů na obrazovce. Ve zvukovém doprovodu je někdy zvýšený šum, obvykle se však rušení ve zvuku neprojeví. Při síle pole užitečného signálu 10 mV/m zaznamenáváme rušení do 50 m, při síle 500 μ V/m může rušit přijímač vzdálený i 150 m.

Oscilátor přijímače VKV

Základní kmitočet oscilátoru obvyklého přijímače (oscilátor o f_m výše) je

$$f_{osc} = f_{sig} + f_m = (66 \div 73) \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz} = 76,7 \div 83,7 \text{ MHz},$$

II. harmonická 153,4 MHz \div 167,4 MHz.

Základní kmitočet oscilátoru může způsobovat rušení na 3. kanále CCIR-K, kde by se projevilo jako obvyklé moaré. Třetí kanál, stejně jako kanály 4 a 5 II. televizního pásma se používají jen

výjimečně pro převáděče. Stížnosti na rušení základním kmitočtem oscilátoru přijímače VKV jsou vzácné. Také druhá, popř. třetí harmonická se neuplatňuje, protože jsou mimo třetí TV pásmo.

Některé přijímače, především amatérské, mají oscilátor naladěný o f_m níže:

$$f_{osc} = f_{sig} - f_m = (66 \div 73) \text{ MHz} - 10,7 \text{ MHz} = 55,3 \div 62,3 \text{ MHz},$$

III. harmonická 165,9 \div 186,9 MHz.

Zde je situace podstatně horší. Základní kmitočet oscilátoru spadá do I. televizního pásma, III. harmonická (může být dost intenzivní) kmitočtově souhlasí s 6. a 7. kanálem III. televizního pásma. Sovětské přijímače VKV pracují s $f_m = 8,4$ MHz. Situace je pak podobná jako u přijímačů s $f_m = 10,7$ MHz:

$$f_{osc} = f_{sig} - f_m = (66 \div 73) \text{ MHz} - 8,4 \text{ MHz} = 57,6 \div 64,6 \text{ MHz} \text{ (oscilátor o } f_m \text{ níže),}$$

nebo:

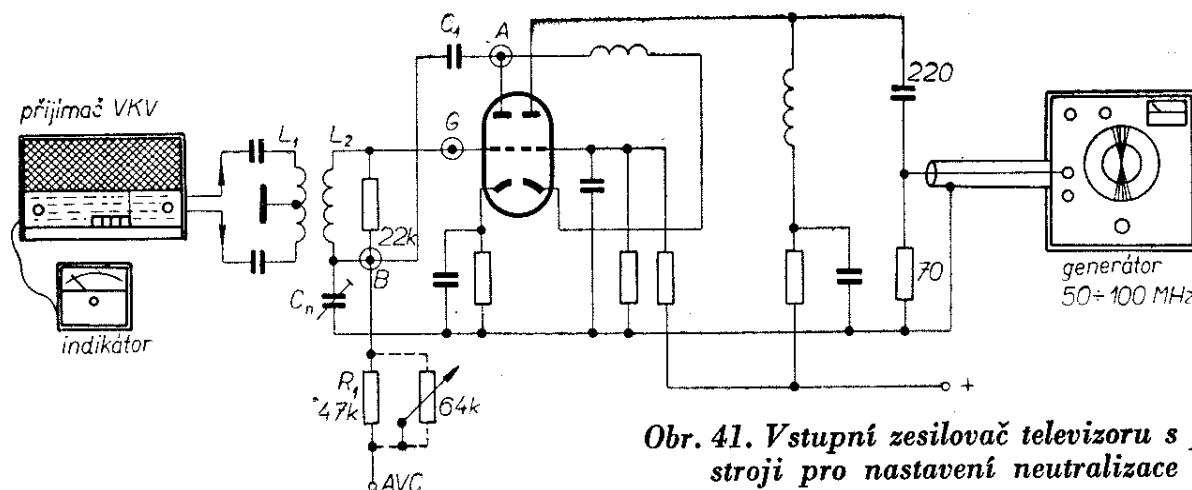
$$f_{osc} = f_{sig} + f_m = (66 \div 73) \text{ MHz} + 8,4 \text{ MHz} = 74,4 \div 81,4 \text{ MHz} \text{ (oscilátor o } f_m \text{ výše).}$$

U první varianty je možnost rušení 2. kanálu I. pásma, u druhé 3. kanálu II. pásma. Sovětských přijímačů s pásmem VKV je u nás sice velmi málo, ale starší sovětské televizory (Rubín 102, Temp 3) používají v části VKV tuto mezifrekvenci.

Závěrem této kapitoly je možné konstatovat, že rušení oscilátory přijímačů VKV není v praxi rozsáhlé ani závažné. Za obvyklých situací se rušení projevuje jen na kanálech II. televizního pásma.

Rušení TV příjmu oscilátorem jiného televizního přijímače

Toto rušení (tzv. mezikanálové) je z uváděných příkladů nejzávažnější. Vyskytuje se v místech, kde lze přijímat několik televizních vysílačů (převáděčů). Za jistých okolností mohou televizory přijímající nižší kanál rušit základní nebo druhou harmonickou oscilátoru příjem vyššího kanálu na jiném televizoru. Dojde k tomu např. v oblasti, kde byl pro lepší vykrytí postaven převáděč. Pro nedosta-



Obr. 41. Vstupní zesilovač televizoru s přístroji pro nastavení neutralizace

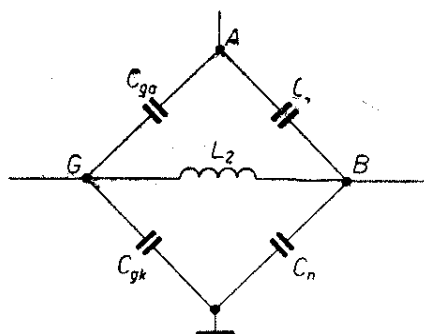
tek vhodných kanálů se někdy musí použít takový, který s původním vysílačem vytváří nepříznivou kombinaci. Někteří posluchači totiž z nejrůznějších důvodů zůstávají při poslechu původního kanálu a tím budto ruší poslech ostatním, nebo jsou sami rušeni. Je třeba připomenout, že povolená mez pro základní harmonickou je $150 \mu\text{V/m}$ ve vzdálenosti 30 m a pro druhou harmonickou $30 \mu\text{V/m}$ ve stejné vzdálenosti. Pro požadovaný odstup 40 dB (100 : 1) je v prvním případě potřebná síla pole 15 mV/m , ve druhém 3 mV/m , což je zřídka splněno. Mezikanálové rušení se vyskytuje také v oblastech, kde dva základní vysílače jsou přibližně stejně kvalitní a mají kanály v nežádoucí kombinaci. Příkladem je středočeský vysílač (Cukrák) na 1. kanále a východočeský vysílač na 6. kanále. Pak se stává, že se v jednom domě přijímají dva vysílače a vzájemné vztahy mezi posluchači se vyhrocují. Reálnou cestou k odstranění rušení je jen dohoda všech o příjmu jediného kanálu. To se

podaří málokdy. Někdy není dobrá vůle, jindy přijímač nemá kanály III. TV pásma a úprava je spojena s náklady.

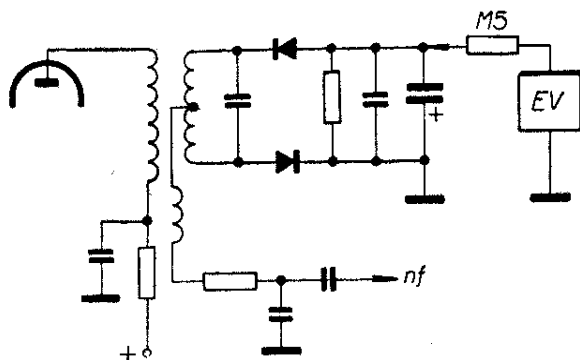
V tabulce 3. je přehled středních kmitočtů oscilátorů a druhých harmonických podle používaných mezifrekvenčních kmitočtů s vyznačením, který kanál může být rušen. Možnost rušení se posuzuje i z hlediska rozladitelnosti oscilátoru.

Omezení rušivého vyzařování oscilátoru

Kromě kombinací uvedených v tab. 3 existuje mnoho dalších variant vzájemného ovlivňování příjmu při poslechu zahraničních stanic (CCIR-G). Často jsme postaveni před úkol omezit nebo odstranit rušivé vyzařování oscilátoru. Nejdříve zjistíme, není-li vyzařování neúměrně velké. Závalu hledáme na kanálovém voliči. Změříme záporné napětí na mřížce směšovače (měřicí bod je obvykle na voliči vyveden), které nesmí být větší než 4 V (měříme je elektronickým voltmetrem).



Obr. 42. Kapacitní můstek kaskódového zesilovače



Obr. 43. Připojení indikátoru k přijímači VKV (EV – elektronkový voltmetr)

Tab. 3. – Přehled středních kmitočtů oscilátorů a možnost rušení TV příjmu

Přijímač nastaven na kanál	Starší typy TVP mf obr. 39,5 MHz mf zvuku 33 MHz		Nové typy TVP mf obr. 38 MHz mf zvuku 31,5 MHz		Sovětské TVP mf obr. 34,25 MHz mf zvuku 27,75 MHz	
	střed. kmit. oscilátoru	II. harm.	střed. kmit. oscilátoru	II. harm.	střed. kmit. oscilátoru	II. harm.
1.	89,25	178,5	87,75	175,5	84,0	168,0
	4k FM-CCIR-G	6k	4k	6k	3k, 4k	—
2.	98,75	197,5	97,25	194,5	93,5	187
	5k, FM, CCIR-G	8k, 9k	5k FM CCIR-G	8k	5k FM CCIR-G	7k
3.	116,75	—	115,25	230,5	111,5	223,0
	—	—	—	12k	—	12k
4,5.	Střední kmitočty oscilátorů nad 100 MHz II. harmonické nad 230 MHz					
6.	214,75	—	213,25	—	209,5	—
	11k, 10k	—	10k, 11k	—	10k	—
7.	222,75	—	221,25	—	217,5	—
	12k, 11k	—	11k, 12k	—	11k	—
8.	230,75	—	229,25	—	225,5	—
	12k	—	12k	—	12k	—
9, 10, 11, 12	Střední kmitočty oscilátorů nad 230 MHz					

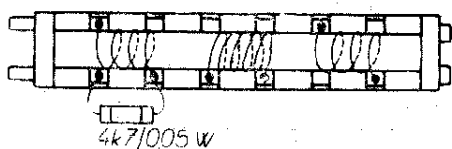
rem). Neúměrné vyzařování může způsobovat: chybějící stínící kryty na elektronkách nebo na voliči, poškozené průchodkové kondenzátory, nedokonalé spojení voliče s kostrou nebo změna součástky po opravě. Harmonické kmitočty oscilátoru silně vyzařují téměř všechny rekonstruované TV přijímače (4001A na superhet) a amatérská zařízení. Vyzařované kmitočty se odvádějí především anténním přívodem. Je třeba, aby na anténních zdírkách bylo vf napětí co nejmenší. Toho dosáhneme dokonalou neutralizací průnikové kapacity vstupní elektronky. Současně tím dosáhneme největšího zisku při nejmenším šumu. Zopakujeme si princip neutralizace kanálového voliče s elektronkami a návod pro nastavení.

Vstupní elektronka kanálového voliče je téměř vždy v kaskádovém zapojení. Vstupní cívka je tedy v diagonále kapacitního můstku, který je teoreticky kmitočtově nezávislý. Obvyklé uspořádání vstupního zesilovače s připojenými měřicími přístroji je na obr. 41. Kapacitní můstek na obr. 42 je vyvážen tehdy, je-li $C_{ga} : C_{gk}$ jako $C_1 : C_n$.

Prakticky postupujeme při neutralizaci takto: generátor s kmitočtovým

rozsahem 50 až 100 MHz připojíme do anodového obvodu vstupní elektronky podle obr. 41. Na anténní svorky zapojíme správně přizpůsobený indikátor. Vyhoví i přijímač VKV se zapojeným ručkovým měřidlem (el. voltmetr) na poměrovém detektoru podle obr. 43. Na generátoru nastavíme takové výstupní napětí, aby na indikátoru byla dostatečná výchylka. Použijeme-li přijímač VKV, musíme odstranit omezovač. Potom kondenzátorem C_n nastavíme minimum. Není-li ve voliči kondenzátor C_n nastavitelný, nahradíme jej trubičkovým kondenzátorem 0,5 až 5 pF. Měnitelný může být i C_1 . Nepodaří-li se nám ani pak můstek vyrovnat, uplatní se činné odpory. V tomto případě nahradíme odpor R_1 potenciometrem a nastavíme jej tak, aby můstek byl vyrovnán. Nastavení dokonalé neutralizace se vyplatí, neboť je to nejúčinnější metoda potlačení nežádoucího vyzařování.

Jak jsme si již řekli, může televizor rušit, i když vyhovuje mezím stanoveným normami. Nevede-li v takovém případě k úspěchu neutralizace, pomáhá zatlumení oscilátoru. Zmenší se sice směšovací strmost a tím mírně poklesne citlivost, za běžných okolností to však kvalitu



Obr. 44. Lišta se zatlumenou oscilátorovou cívkou

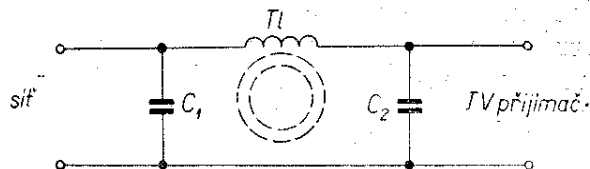
obrazu a zvuku nezhorší. Zatlumení řešíme připájením odporů $4,7 \text{ k}\Omega/0,05 \text{ W}$ přímo na lištu s oscilátorovou cívkou. Úprava je vhodná především pro starší televizory (Mánes, Athos). Po připájení odporu nemá napětí na měřicím bodě poklesnout pod 1,5 až 2 V. Velikost odporu podle toho upravíme. Na obr. 44 je upravená lišta.

Koncový stupeň řádkového rozkladu

Zvýšenou pozornost pokud jde o odrušení je třeba věnovat výrobkům, které se produkují ve velkých sériích. Typickým příkladem jsou televizní přijímače. Měření a zkoušky prokázaly, že nejběžnější je u nich vyzařování koncového stupně řádkového rozkladu. S intenzivním rušením se nejčastěji setkáváme u starších typů televizorů, vyráběných před zavedením ČSN 342850. Konkrétně se to týká typů Akvarel, Athos, Rekord, Rubin, Rubin 102, Znamja, Temp 2, Temp 3. Rušit však může i moderní televizor po neodborné opravě. Koncový stupeň řádkového rozkladu vyzařuje základní kmitočet $15\,625 \text{ Hz}$ a harmonické kmitočty řádu 10^2 i více. Na rozhlasovém přijímači se rušení působené generátorem řádkového rozkladu projevuje jako interferenční hvizdy při přeladování v pásmu DV a SV, méně výrazně na KV. Poslech slabších stanic je často pro stálý hvizd znemožněn. Pro účinné vyzáření rušivých kmitočtů těchto vlnových délek je třeba odpovídající antény. Takovou anténu nahrazuje rozvodná síť nebo dlouhý přívod k anténě. Přímo mohou vyzařovat přívody k řádkovému transformátoru a k vychylovacím cívkám společně s grafitovým povrchem obrazovky. Rušící televizor lze vyhledat i bez speciálních přístrojů. Začínáme tím, že vypínáním kontrolujeme televizory v nejbližším okolí. Nevede-li tato kontrola k úspěchu,

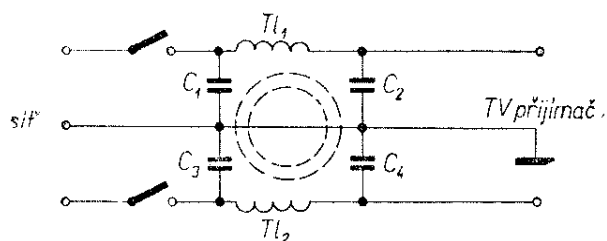
pokusíme se nalézt zdroj rušení zaměřením tranzistorového přijímače na maximum rušivých hvizdů. Rušící televizor se může projevat až do vzdálenosti 200 m. Setkáme-li se s požadavkem na odrušení takového televizoru, rozlišujeme, jde-li o nový typ nebo starší přístroj, vyráběný již s nevyhovujícím odrušením. Dělitkem může být přibližně rok výroby 1962. Ruší-li nový televizor, je příčinou vždy závada uvnitř. Velmi často se z pohodlnosti odstraňují při opravách kryty vysokonapěťové části. Důležité je, aby kryt byl vodivě spojen s šasi. Chybějící kryt na vn části se projeví mimořádným vzrůstem rušivého vyzařování. Doporučuje se zkontrolovat kapacitu všech odrušovacích kondenzátorů (paralelně k síťovému přívodu $0,1 \mu\text{F}/250 \text{ V} \approx$ a keramické kondenzátory ve žhavicím řetězci). Zvláště kondenzátor $0,1 \mu\text{F}$ v síťovém přívodu bývá při opravě často odpojen a použit na jiném místě jako náhrada za vadný. Dokonalé uzemnění grafitového povrchu obrazovky a neporušené stínění ostatních dílů (kryt vychylovacích cívek, maska obrazovky, zadní a spodní stěna) je také nutným požadavkem pro minimální rušivé vyzařování. U starších televizorů, které jsou podle statistiky nejčastějším zdrojem, přistupuje k těmto závadám ještě nedokonalé odrušení už od výrobce. Většinou jsou nutné změny v zapojení včetně doplnění dalšími obvody. Šíření rušivých kmitočtů do sítě omezíme filtrem v síťových přívodech. Filtre pro univerzální televizory je na obr. 45.

Pro sovětské televizory se síťovým transformátorem je třeba symetrické provedení (obr. 46). Současně je třeba nahradit původní dvoužilovou síťovou šňůru třížilovou a nulový vodič dobře spojit s kostrou televizoru. K účinnému potlačení podstatně přispívá velikost C_1



Obr. 45. Síťový filtr pro univerzální televizní přijímače

$C_{1,2} - 0,1 \mu\text{F}/250 \text{ V}$, $T1$ – toroidní tlumivka 4 mH na feritovém jádru



Obr. 46. Filtř pro televizory se síťovým transformátorem

$C_{1,2,3,4} = 10 \text{ nF}/250 \text{ V} \sim$; $Tl_{1,2} = 10 \text{ mH}$ toroidní, na feritovém jádru

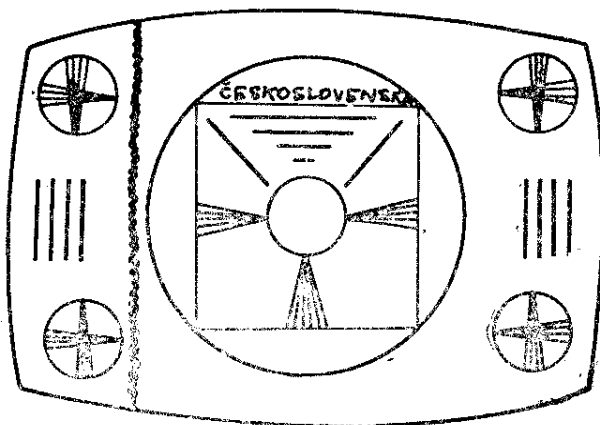
až C_4 . Z bezpečnostních důvodů se nesmí překročit $C = 5 \text{ nF}$. Zvětšil by se tím únikový proud do kostry zařízení a při přerušení nulového vodiče by mohlo dojít k úrazu. Naopak zvětšení kapacity C_1 až C_4 na 50 nF podstatně zlepší odrušení v dlouhovlnném a středovlnném rozsahu. K úpravě přikročíme jen tehdy, zaručíme-li dokonalou ochranu spojením nulového vodiče s kistrou. Připomínám, že odrušovací prostředky (v tomto případě filtr) se v zásadě zapojují až za síťový spínač. Podrobnější informace včetně změn v zapojení najde čtenář v literatuře [7], kde je tato tematika podrobně zpracována.

Koncový stupeň řádkového rozkladu jako zdroj rušení televize

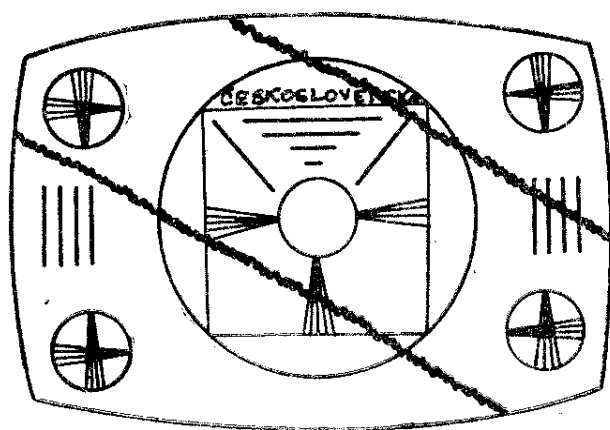
Mluví-li se o rušení koncovým stupněm řádkového rozkladu, myslí se tím větší rušení AM rozhlasu interferencí, které jsme probrali v předcházející kapitole. Méně známou skutečností je, že vn část televizoru může rušit i televizní příjem, a to zcela charakteristickým způsobem. Rušení se totiž projevuje jako černý svislý pruh nebo několik pruhů, zpravidla v levé polovině obrazovky rušeného a někdy i rušícího televizoru. Pruh je široký kolem 6 mm (obrazovka 47 cm) a typické jsou jeho roztřepené obrysy (obr. 47). Vyskytne-li se na obrazovce tento svislý pruh, ověříme si nejprve, není-li závada ve vlastním televizoru. Příčinou svislého pruhu může být totiž jen televizní přijímač. Přesvědčíme se o tom nejen z časového výskytu (např. rušení začíná většinou v 19.00 hod.), ale i z jednoduché úvahy.

Pruh přes obrazovku svědčí o tom, že rušení má pulsní charakter – vyskytuje se jen v jednom místě řádek. Protože výskyt rušivých pulsů je stále na stejném místě řádku (pruh je svislý), je nutným předpokladem jejich vzniku synchronní chod generátoru řádek rušeného televizoru a pulsů rušivého zdroje. Takovým rušivým zdrojem může být zase jen televizní přijímač.

Jak dochází ke vzniku rušivých pulsů v televizorech? Na rozdíl od rušení interferencí je vznik rušivých vf pulsů podmíněn závadou v obvodech vysokonapětového dílu. Na rušícím televizoru se nemusí závada zjevně projevit. Z funkce koncového stupně řádkového rozkladu je známo, že maximální napětí je na transformátoru i na elektronkách v době zpětného běhu. Toto napětí se po transformaci přivádí z vn cívky na anodu usměrňovací elektronky a z ní na obrazovku. Vysokonapětová špička trvá jen zlomek doby celého řádku. Je-li na cestě nějaká nepravidelnost, např. přerušená vn cívka, utržená čepička na usměrňovací elektronce nebo svody na elektronkách, uzavírá se po dobu špičky obvod pro vysoké napětí. Periodický vznik oblouku je tedy zdrojem vf pulsů s kmitočtovými složkami zasahujícími nejméně do III. televizního pásma. K dobrému vyzáření pulsů (přes anténu nebo síť) podstatně přispívá chybějící nebo nedokonalý kryt vn části. Poloha pulsů na obrazovce rušeného televizoru je určena fázovým posuvem spouštění řádků. Toto rušení nemá nic společného se



Obr. 47. Svislý pruh přes obrazovku – rušení koncovým stupněm řádkového rozkladu



Obr. 48. Šikmé pruhy přes obrazovku – rušení koncovým stupněm řádkového rozkladu – televizory nejsou synchronizovány

svislými pruhy vyvolanými Kurz-Barkhausenovými kmity koncové elektronky nebo jinými vf kmity v obvodech koncového stupně. Jediný televizor může tímto způsobem rušit poslech stovkám posluchačů v několika sousedních ulicích. Zdroj rušení se podaří vyhledat jen přenosným televizorem a směrovou anténou. Při prohlídce rušícího televizoru se zaměřujeme zejména na tyto závady:

1. Chybějící nebo nedokonalý kryt vn dílu; kryt musí být ke kostře přichycen pevně a vodivě; dokonalý kryt vyřeší 80 % všech těchto případů, i když vlastní příčina nemusí být odstraněna.

2. Přerušená vn cívka; celistvost zkontrolujeme ohmmetrem.

3. Sršení v obvodu vysokého napětí; u sovětských televizorů se zaměříme na přívod vysokého napětí k obrazovce včetně vn filtru a žhavicí přívody k elektronce vn dílu.

4. Odtržená nebo špatně připájená čepička na usměrňovací elektronce; svody na skle.

5. Vadný vn transformátor; průraz mezi vinutím primáru.

6. Elektronky koncového stupně řádkového rozkladu; u Athosu a Akvarelu pomáhá železný pásek kolem 1Y32T o šířce 1 cm uprostřed baňky.

Tímto rušením jsou pověstné zejména sovětské televizory starší výroby (Rubín A, Rubín 102, Rekord, Znamja, Temp 3). U našich televizorů byla závada nejčastější u typů Akvarel a Athos. Pro

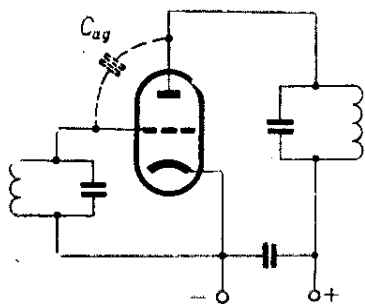
úplnost je třeba ještě poznamenat, že rušící televizor s generátorem řádek mimo synchronizaci se projeví šikmou čarou nebo několika šikmými čarami (obr. 48). Velmi účinnou pomocí na přijímací straně je použití směrové antény s velkým ziskem. Zkušenosti ukazují, že tento typ rušení postihuje zpravidla jen ty posluchače, kteří používají místo dobré antény nejrůznější náhražky.

Rušení amatérskými vysílači

Mezi amatéry vysílači je stále aktuální otázka rušení poslechu televize a rozhlasu provozem vysílacích zařízení. Zatím však není příliš populární zdokonalovat zařízení po stránce odrušení a zásahy se dělají až tehdy, když se ozve postižený posluchač. Spory mezi majitelem amatérského zařízení a sousedními posluchači televize jsou tradiční. Velmi nepříznivě zde působí okolnost, že vysílací zařízení je většinou umístěno v bezprostřední blízkosti přijímacích antén nebo samotných přijímačů.

Možností vzniku rušení je mnoho; v dalším se pokusím probrat alespoň ty nejčastější. Bohužel, v současné době není docela jasná ani právní stránka některých případů rušení. Domnívám se, že chybí předpis, který by jasně formuloval technické požadavky na amatérské vysílače a předpisoval způsob měření. Dosavadní požadavek povolovacích podmínek, že „vysílač nesmí rušit“ je zcela nedostatečný a technicky neurčitý.

V mnoha případech dochází totiž k rušení jen proto, že televizory nebo přijímače nejsou pro mimokanálové kmitočty dostatečně odolné, nebo že stěžovatel používá místo antény kus drátu. Zatím žádná norma nepředepisuje výrobci televizorů a rozhlasových přijímačů požadavek na odolnost proti rušení. Rušením amatérských vysílačů se zabývá literatura [8], [9], [10], [11]. Vesměs jde o omezení vyzařování harmonických kmitočtů. My se pokusíme probrat otázku rušení televizního a rozhlasového příjmu provozem amatérských vysílačů ze širšího



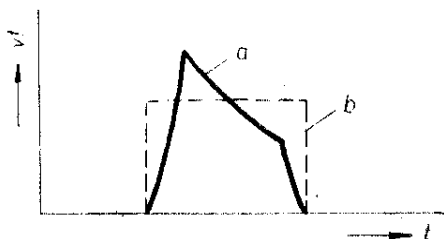
Obr. 49. Vznik parazitních kmitů (C_{ag} – kapacita mezi mřížkou a anodou)

hlediska. Ochranu radiokomunikací proti rušení provozem amatérských vysílačů mají dobře organizačně vyřešenu v některých státech. Seznámíme se proto s některými zahraničními zkušenostmi podle literatury [1] a [3].

Rušení, které vzniká provozem amatérských vysílačů, lze rozdělit do tří skupin:

- rušení rozhlasu a televize,
- rušení jiného provozu na sousedních kmitočtech,
- rušení nízkofrekvenčních zesilovačů.

Rušení provozu na sousedních kmitočtech vzniká překročením hranic přiděleného pásma nebo vyzařováním vedlejších produktů. Ve smyslu povolovacích podmínek je třeba udělat všechna opatření, aby se z pásma nevybočilo. Nežádoucí vedlejší produkty nejčastěji způsobují divoké kmity. Dochází k nim vlastním buzením vysílacích stupňů. Kladná zpětná vazba vzniká přes parazitní kapacitu C_{ag} podle obr. 49. Vedlejší produkty se objevují u vysílačů, které vytvářejí pracovní kmitočet směšováním, použije-li se nežádoucí kombinace kmitočtů. Široké kmitočtové spektrum, zasahující až do rozhlasových pásem, vzniká při telegrafii klíčování. Při na-

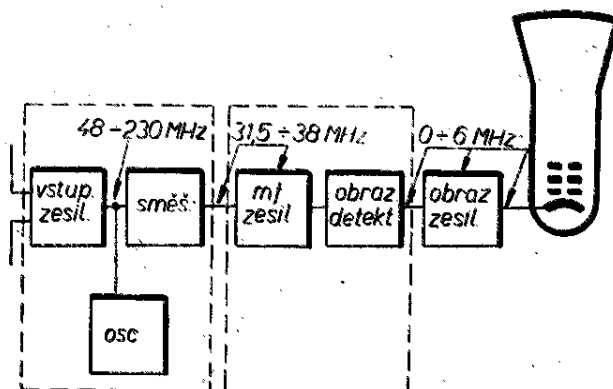


Obr. 50. Zkreslení telegrafní značky: b – klíčovaná značka, a – obalová křivka skutečně vysílané značky

sazení značky dochází totiž k tvarovému zkreslení podle obr. 50. Při takovém tvaru křivky vzniká široké spektrum kmitočtů. Dosáhne-li úroveň těchto produktů určité hodnoty a spadá do rozhlasového pásma, dochází k rušení rozhlasu klíčováním. Kromě toho může intenzívně rušit i jiskření na kontaktech klíče nebo relé, které se snadno rozvádí napájecí sítí. To je však známé kontaktní rušení, o němž jsme již hovořili. Odstranění rušení nízkofrekvenčních zesilovačů vyžaduje zásah na straně rušeného zařízení. Budeme se jím proto zabývat v kapitole o odstranění rušení na straně přijímače.

Vznik rušení u televizního přijímače

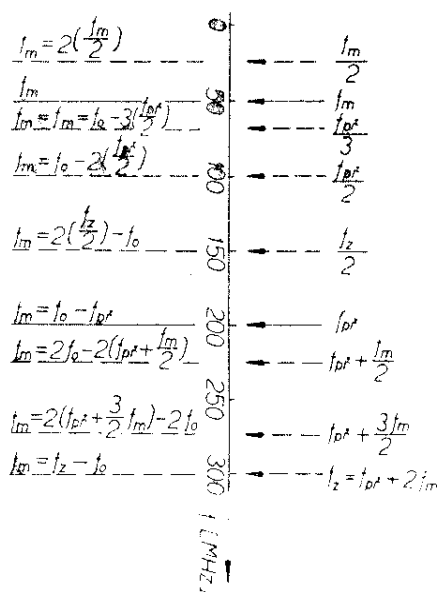
Praxe ukazuje, že při rušení televizního příjmu jde ve většině případů o rušení obrazu. S rušením zvuku se setkáváme méně často. Vyplývá to ze šířky



Obr. 51. Možný způsob pronikání rušení do obrazové cesty

pásma, způsobu modulace a konečně i z optické indikace u obrazu.

Obecně lze říci, že k rušení obrazu dochází tehdy, dostává-li řídicí elektroda obrazovky rušivý signál, který nepatří k obsahu obrazu. Na stínítku se tento signál projeví tehdy, leží-li kmitočet rušivého napětí uvnitř obrazového signálu (0 až 6 MHz) a není-li dodržen předepsaný poměr mezi rušivým a užitečným napětím. Při obecných sinusových napětích vzniká na obrazovce známé moaré. Rušící efekt se zmenšuje při vyšších kmitočtech. Na obr. 51 je blokové schéma obrazové cesty televiz-



Obr. 52. Mnohoznačnost při směšování ($f_{př} = 200 \text{ MHz}$, $f_m = 50 \text{ MHz}$)

f_o – kmitočet oscilátoru, $f_{př}$ – přijímaný kmitočet, f_m – mezifrekvenční kmitočet, f_z – zrcadlový kmitočet

$$\text{Třetí vzorec vlevo} = f_m = f_o - 3 \left(\frac{f_{př}}{3} \right)$$

ního přijímače s vyznačením možnosti vzniku rušivých kmitočtů. Existují tři možnosti, jak může rušení proniknout do obrazové cesty:

1. Rušící kmitočet leží v pásmu 0 až 6 MHz a přímou nebo nepřímou vazbou proniká na obrazový zesilovač.

2. Rušící kmitočet leží v pásmu mezi-

frekvence (31,5 až 38 MHz, 33 až 39,5 MHz, 27,75 až 34,25 MHz – podle typu mezifrekvence) a na detektoru se rovněž vytvoří kmitočet 0 až 6 MHz.

3. Rušící kmitočet leží v pásmu 47 až 230 MHz, na mezifrekvenční kmitočet se přemění ve směšovači a další zpracování je stejné jako v bodě 2. Zvláštním případem je, leží-li rušící kmitočet uvnitř přijímaného kanálu.

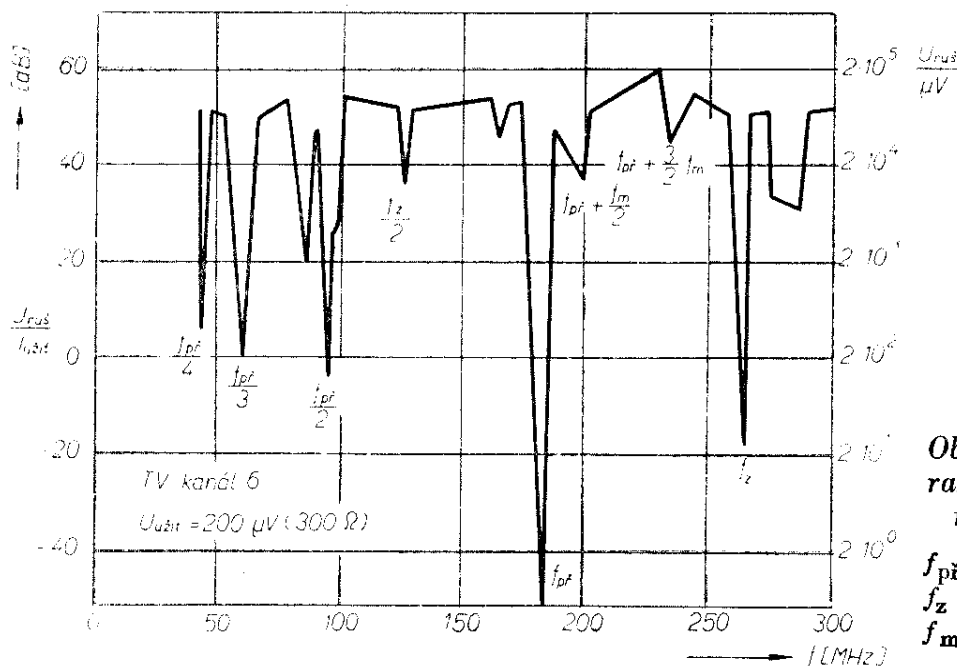
Vliv konstrukce televizoru na odolnost proti rušení

Úkolem vstupní části TV přijímače je vybrat z kmitočtového spektra žádaný signál a zesílený jej přivést až do směšovače. Tam se smísí s odpovídajícím oscilátorovým kmitočtem na požadovaný mezifrekvenční kmitočet. V pevně naladěném mf zesilovači je signál zesílen a demodulován. Využívá se rozdílového kmitočtu přijímaného a oscilátorového kmitočtu, který dostaneme podle vztahu:

$$f_m = f_{př} - f_o$$

$$f_m = f_o - f_{př} \text{ (obecné použití).}$$

Je zřejmé, že mf kmitočet může dát i mnoho dalších kmitočtových kombinací. Na obr. 52 je několik možností vzniku mf kmitočtů u přijímače naladěného na 200 MHz s mezifrekvenčním kmitočtem 50 MHz.



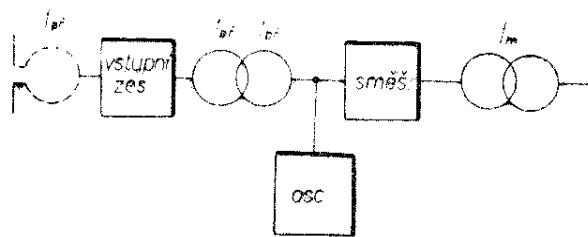
Obr. 53. Rušení obrazu v závislosti na rušivém kmitočtu

$f_{př}$ – přijímaný kmitočet, f_z – zrcadlový kmitočet, f_m – mezifrekvenční kmitočet

Vznik mezifrekvenčních produktů závisí na harmonických kmitočtech vstupních signálů (kromě $f_{\text{př}}$ a f_z) – viz AR 3/65, str. 15. Jejich vznik je zase podmíněn zakřivením charakteristiky směšovače. Z toho vidíme, že preselektor je velmi důležitým prvkem, který příznivě ovlivňuje odolnost přijímače proti rušení.

Tyto vztahy platí samozřejmě i pro rozhlasové přijímače. Při televizním příjmu jsou však poměry mnohem složitější, jak je zřejmé z obr. 53. Je na něm znázorněna změřená propustná křivka televizoru, nastaveného na 6. kanál. Protože se dá předpokládat, že zvláště u $f_{\text{př}}/2$ a $f_{\text{př}}/3$ se uplatňovaly harmonické generátoru, může se u nich v praxi počítat s poněkud příznivějším poměrem. Z naměřené křivky vyplývá tento závěr: při užitečném napětí 200 μV na 300 Ω stačí rušivé napětí 2 μV s kmitočtem $f_{\text{př}}/2$ k tomu, aby se rušivě projevilo. Tato skutečnost má velký význam při příjmu na TV kanálech 6 až 9, které tak mohou rušit stanice z rozsahu VKV podle normy CCIR-G.

Další příčinou poruch může být proniknutí signálů rušivých kmitočtů do mezifrekvenčního rozsahu. Mohou se projevit i kmitočty, jejichž celistvé násobky se shodují s mf kmitočtem (např. $3,54 \cdot 11 = 38,9$ MHz – možnost rušení amatérským vysílačem). Z kompromisu mezi požadovanou šířkou pásma a rozdělením kanálů vyplývá stupeň odolnosti proti rušení u laděných dílů televizoru. U mf dílu je třeba udělat všechna opatření, která zlepšují celkovou selektivitu. U televize, kde je dána šířka pásma, se musíme snažit o co nejstrmější boky propustné křivky mf zesilovače. Příčinou nedostatečné odolnosti starších televizorů je především malá strmost boků této křivky. Všeobecně platí, že mf zesilovače nepropouštějí takové kmitočty, které s nosnou obrazu nebo zvuku vytvoří na detektoru produkty spadající do obrazového spektra. To je splnitelné jen u kmitočtů, které samy do rozsahu mezifrekvence nespádají nebo tam nejsou přeloženy. Odolnost mezifrekvenčního zesilovače proti rušení jsme tedy určili, pokud jde o kmitočet: přichází v úvahu



Obr. 54. Laděné obvody pro přijímaný kmitočet

pásmo 0 až 6 MHz nad nosnou obrazu a 0 až 6 MHz pod nosnou zvuku. Jsou dvě možnosti, jak může vzniknout mezifrekvenční rušení:

a) rušící kmitočet odpovídá nastavenému kanálu a do mf pásma se dostává po směšování,

b) rušící kmitočet přichází přímo do směšovače.

V prvním případě leží rušící kmitočet asi až 6 MHz pod nosnou obrazu nebo nad nosnou zvuku nastaveného kanálu. Jde o tzv. blízkou selektivitu přijímače. Zvláštním případem je selektivita sousedního kanálu. Blízká selektivita je téměř nezávislá na nastaveném kanálu a vstupním dílem se dá ovlivnit jen minimálně. Ve druhém případě jde v pravém smyslu o odolnost proti mezifrekvenčním kmitočtům. Při širší propustné křivce je ohroženo širší kmitočtové pásmo, při ideální křivce může být rušeno jen pásmo 31,5 až 38 MHz.

Rušení ze sousedního pásma

Rušení televizního příjmu provozem stanic ze sousedního kanálu je dost běžné. Setkáváme se s ním především v místech se slabým polem přijímaného vysílače (oblast nezaručeného příjmu). Těsná vazba mezi rušeným televizorem a vysílačem situaci podstatně zhoršuje. Toto rušení vyvolává také amatérský provoz, protože tam je vazba mezi rušeným a rušícím zařízením bezprostřední. Také některé profesionální stanice, zejména mobilní, se mohou tímto způsobem projevovat. Televizory přijímající I. televizní kanál bývají rušeny provozem mobilních stanic v pásmu 46 MHz, 4. kanál je rušen radiostanicemi z pásma 80 MHz. Podobné poměry nastávají také ve III. TV. pásmu u 6. kanálu. Jak už

jsme si řekli, lze takové rušení jen velmi málo ovlivnit vstupním dílem. Proč tomu tak je, to si objasníme podle obr. 54 a malým výpočtem. Ve schématu jsou prvky s definovaným kmitočtem znázorněny kroužky. Celková selektivita až ke směšovači je výslednou selektivitou jednotlivých obvodů. Selektivita jednoho obvodu pro malé rozladění je přibližně dána vztahem:

$$\frac{U_v}{U} = \sqrt{1 + 4 \left(\frac{\Delta f}{B} \right)^2},$$

kde B je šířka pásma, Δf – vzdálenost mezi rušícím kmitočtem a středem pásma obvodu naladěného na přijímaný kanál.

Je-li $B = 6$ MHz a rušící kmitočtet leží 1,5 MHz pod nosnou obrazu, dostáváme

$$\Delta f = 4,5 \text{ MHz a } \frac{\Delta f}{B} = \frac{3}{4}.$$

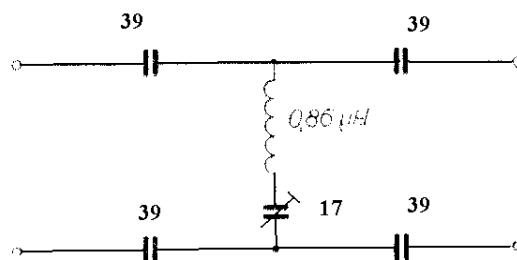
Z toho:

$$\frac{U_v}{U} = \sqrt{1 + 4 \left(\frac{3}{4} \right)^2} \doteq 1,8.$$

Selektivita jednoho obvodu je tedy 1,8. Celková selektivita přijímače s dvěma laděnými obvody (širokopásmový vstupní transformátor) je asi 3. Doplníme-li vstupní obvod dodatečnými obvody, dosáhneme hodnoty kolem 6. Z toho je vidět jejich užitečnost. Další potlačení závisí na konstrukci mf zesilovače. Zřetelně se projevují rozdíly mezi staršími a novými typy, které dosahují až 20 dB. V praxi dosahují lepší televizory větší odolnosti proti rušení než 14 dB, nejhorší asi 7 dB. To znamená, že poměr rušivého napětí k užitečnému nesmí překročit v prvním případě 5 a ve druhém případě smí být maximálně $1/2$. Toto rušení lze odstranit velmi nesnadno. Ve III. TV pásmu se filtr s požadovanou strmostí boků nedá vůbec realizovat. Jedinou pomocí jsou pokusy se směrovými anténami, tj. snaha vysokým směrovým účinkem zmenšit nebo dokonce úplně potlačit rušení.

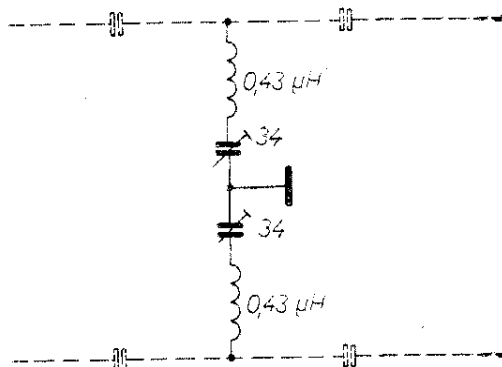
Rušící kmitočtet padá do mf rozsahu

Jako zdroj rušení přicházejí v úvahu prakticky jen vysílače včetně amatérských. Meziřekvenční pásmo televizních



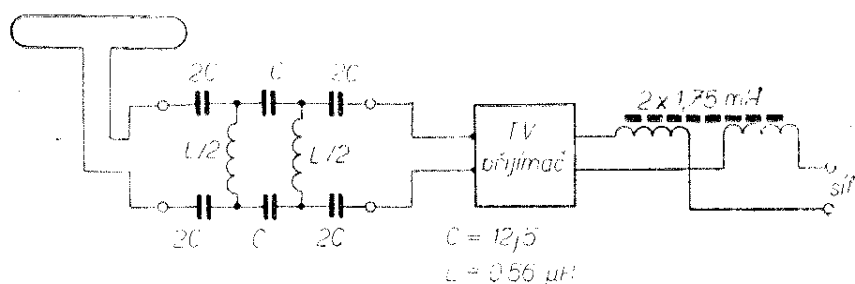
Obr. 55. Horní propust pro symetrický vstup 300 Ω. Rezonanční kmitočtet je asi 50 MHz

vysílačů leží mezi 27 až 40 MHz. Právě tyto kmitočty jsou bohatě využívány mobilními stanicemi. Při jejich povolování se zatím jen málo přihlíží k tomu, aby řídicí stanice nebyla blízko televizních účastníků. Rušení mohou způsobovat kromě základního kmitočtu i harmonické, jak tomu bývá u amatérských vysílačů. Zde je jediná reálná cesta k odstranění – amatér musí udělat všechna opatření k potlačení harmonických. Doporučuje se také, a to hlavně u starších typů televizorů, sladit mf díl woblerem na optimální propustnou křivku. Jinou účinnou cestou k potlačení rušících kmitočtů je zařazení filtrů už na vstup přijímače. Osvědčuje se konstruovat strmé filtry, které mají v podélných větvích součásti podle výsledků získaných výpočtem, zatímco v příčných větvích jsou zařazeny trimry (obr. 55). Protože musíme počítat s nesymetrickou složkou rušení, je vhodné zapojení se střední odbočkou podle obr. 56. Střední odbočka se spojí s kostrou přijímače. U univerzálních typů se zařazuje bezpečnostní kondenzátor 5 nF/250 V ≈. Mohou-li se vyskytnout další rušící kmitočty pod rezo-



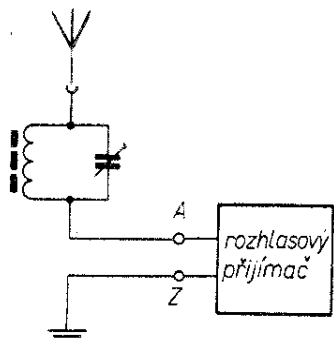
Obr. 56. Horní propust s uzemněným středem

Obr. 57. Odrušení TV přijímače anténním a síťovým filtrem



nančním kmitočtem, použijeme kombinaci se širokopásmovým filtrem.

Při velkém napětí na vstupu televizoru (rozhlasového přijímače) se vyskytuje další rušení, které vzniká nekontrolovatelným směřováním ve vstupním díle. Vytvářejí se harmonické rušivých kmitočtů, vzniká směřování na přijímaném i mezifrekvenčním kmitočtu. S tímto rušením se setkáváme zvláště u silných polí SV vysílačů, ale také u KV vysílačů a amatérských stanic. Podmínkou je velký vyzářený výkon v blízkosti televizního účastníka. Uplatňují se teprve rušivá napětí větší než 1 V. Tak velká rušivá napětí však mohou pocházet i od amatérských vysílačů. Obecně lze toto rušení v praxi odstranit jen komplikovanými zásahy do mf dílu přijímače. Existuje však několik dalších možností, jak účinek zmenšit, např. zkratováním, popř. paralelním svedením rušícího kmitočtu mezi anténním a síťovým přívodem. Podmínkou účinného paralelního spojení je, že jeho impedance musí být malá proti vstupní impedanci přijímače. Dá se to uskutečnit jen částečně, neboť paralelní vedení (např. zkratované vedení $\lambda/4$ od anténních zdírek k síti) musí být vázáno kapacitně. Protože můžeme použít kapacitu maximálně 5 nF, je účinnost malá. Můžeme však postupovat opačně.

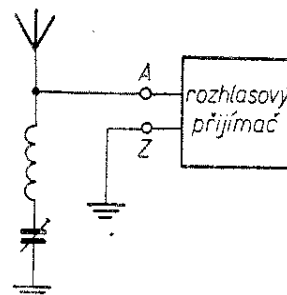


Obr. 58. Paralelní laděný obvod v anténním přívodu

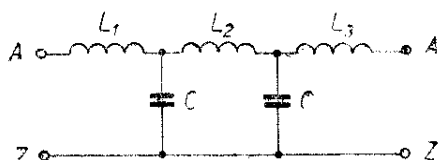
Rušící proudy zmenšíme zvětšením vnitřní impedance zdroje. To můžeme udělat jak na anténní, tak i na síťové straně. Impedance na straně sítě se zvětší zařazením tlumivek do obou přívodů. Do anténního přívodu vložíme horní propust, jejíž sériové kapacity představují velký zdánlivý odpor pro kmitočet SV pásma. Na obr. 57 jsou znázorněna obě opatření.

Rušení rozhlasu

Stížností na rušení rozhlasového poslechu amatérskými vysílači je podstatně méně než u televize. Odolnost moderních rozhlasových přijímačů proti rušení je v poměru k televizorům mnohem lepší. Pokud se rušení přece vyskytne, je z velké části způsobeno klíčováním. Jiný problém vyplývá ze skutečnosti, že dvě amatérská pásma leží mezi rozhlasovými rozsahy (SV a KV). Při zjišťování příčin rušení se doporučuje zkontrolovat stav antény a uzemnění, které bývají jen výjimečně v pořádku. V mnoha případech stačí náprava v tomto směru k tomu, aby rušení úplně zmizelo. Na druhé straně se však nedoporučuje použití příliš „velkých antén“ v silném poli místních vysílačů. Rušení poslechu na středních nebo dlouhých vlnách je způsobeno proniknutím rušícího kmitočtu, který vytvoří nežádoucí směšovací produkty. Ty



Obr. 59. Sériový laděný obvod u rozhlasového přijímače



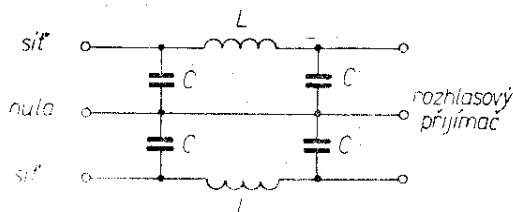
Obr. 60. Dolní propust pro rozhlasový přijímač

$L_1 - 80 \mu\text{H}$, $L_2 - 210 \mu\text{H}$, $L_3 - 80 \mu\text{H}$, $C - 500 \text{ pF}$

se pak projevují jako hvizdy. Pokud je to jen jeden známý kmitočet, dá se potlačit zařazením sériového nebo paralelního laděného obvodu podle obr. 58 nebo 59. Nejčastěji nám však vadí celé spektrum; pak musíme použít dolní propust podle obr. 60. Při konstrukci dolní propusti je třeba dbát, aby vzájemná vazba L_1 , L_2 a L_3 byla co nejmenší (odstínit cívky mezi sebou). Vě energie však může pronikat do přijímačů i sítě. Zabráníme-li u vysílače přímému proniknutí vě energie do sítě zařazením filtru, může se světelná síť chovat jako anténa a předávat vě energii do antény přijímače. Výjimečně se setkáme i s rezonančními jevy, jejichž vyšetření a nalezení je velmi obtížné. Odpomocí může být zařazení síťového filtru pro rozhlasový přijímač podle obr. 61. Symetrické zapojení se doporučuje i pro jednofázovou síť, protože se počítá s vě napětím na nulovém vodiči.

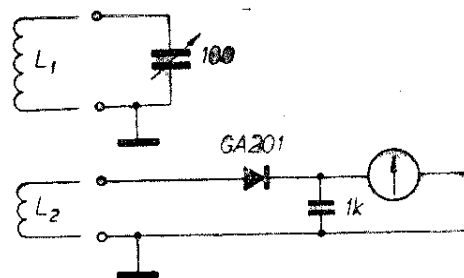
Měření rušivých signálů u amatérských vysílačů

K objektivnímu posouzení, ruší-li některé zařízení, předpisuje ČSN 342850 kromě mezních hodnot i měřicí metodu a parametry přístrojů. Vychází z toho požadavek na složité, nákladné a amatérům nedostupné přístroje. Ve výjimečných případech, zejména při sporných stížnostech posluchačů na rušený příjem, provádí Inspektorát radiokomuni-



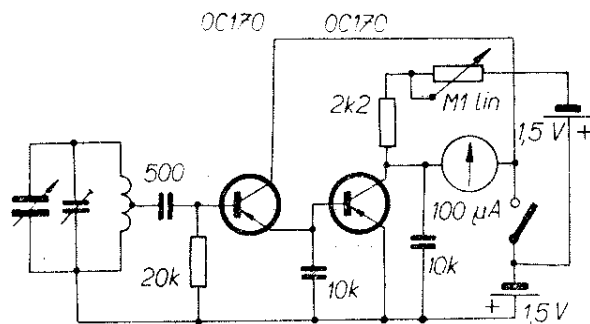
Obr. 61. Síťový filtr pro rozhlasový přijímač

$L - 12 \text{ mH}$, $C - \text{nF}/250 \text{ V}$



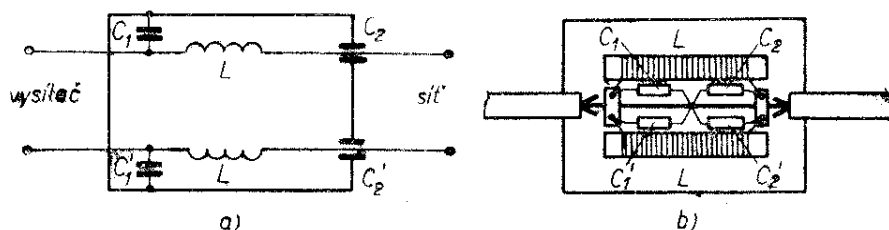
Obr. 62. Absorpční měřič pro zjišťování rušivého vyzařování

kací přesné měření podle normy. Pro základní měření a orientační kontrolu rušivého vyzařování včetně posouzení účinnosti jednotlivých zásahů se osvědčily jednoduché měřicí a indikační přístroje. Řada jich byla uveřejněna v literatuře, přesto však uvedu alespoň návod na absorpční měřič kmitočtu. Kontrola rušivého vyzařování absorpčním měřičem je nejjednodušší. Na obr. 62 je takový měřič, s nímž lze snadno identifikovat rušící kmitočty, především na síťovém přívodu. Tento přístroj umožní např. vyhledat optimální uzemnění, při němž je rušivé vyzařování nejmenší. Měření je třeba dělat relativně. Přístroj lze použít i na přijímací straně při zjišťování rušivého napětí na síťových a anténních přívodech. Poměrně malou citlivost lze zvýšit tranzistorovým zesilovačem podle obr. 63. Tranzistor T_1 pracuje jako detektor (dioda báze-emitor). Se zmenšujícím se R_i tranzistoru T_1 se otevírá T_2 . Kolektorový proud T_2 je úměrný rezonančnímu napětí. Kompenzace proudu měřidlem se nařizuje lineárním potenciometrem $100 \text{ k}\Omega$ bez signálu. Kmitavý obvod je vázán na bázi T_1 odbočkou asi na 20 % závitů. Údaje cívky jsou v tab. 4.



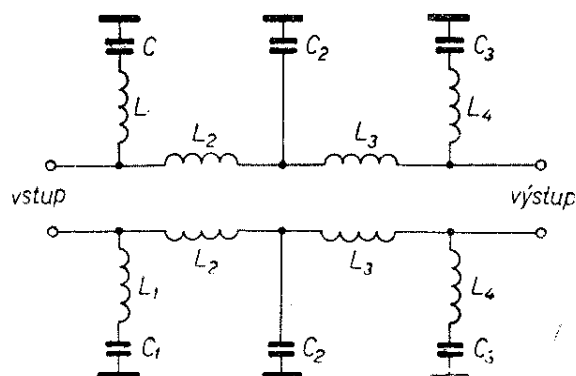
Obr. 63. Selektivní měřič kmitočtu k měření rušení

Obr. 64. Jednoduchý filtr: a) zapojení, b) konstrukční uspořádání



Zamezení vzniku rušení u amatérských vysílačů

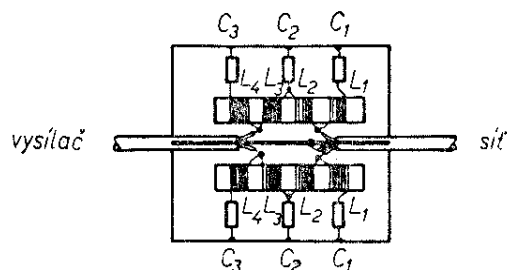
Nejúčinnějším způsobem odrušování zůstává stále prevence, tj. zabránění vzniku rušení. Absolutně potlačit rušení zpravidla nejde, alespoň ne s přijatelnými finančními náklady. Vzniká tedy otázka, jak v praxi realizovat všechna opatření k likvidaci rušení. Odrušování začíná vlastně už tehdy, kdy se celá soustava navrhuje. Pojmeme soustavu rozumíme všechny součásti od sítě až po anténu. V tomto sledu – i když to neodpovídá funkční stránce – se také budeme odrušením zabývat.



Obr. 65. Síťový filtr pro amatérský vysílač

Napájení

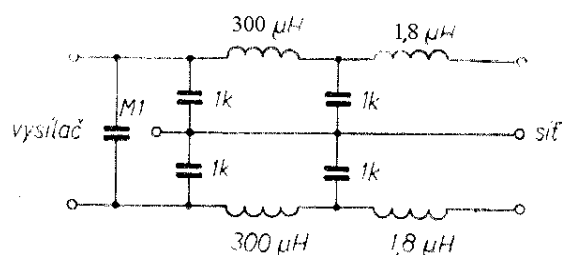
Přichází v úvahu jen střídavá síť fáze – nulový vodič, výjimečně fáze – fáze (stejnoseměrné sítě zanedbáme). Ze zkušenosti vyplývá, že na obou druhích střídavých sítí se zapojené odrušovací prostředky chovají stejně účinně, nebude je proto v dalším rozlišovat. Nejrozšířenější rušení amatérskými vysílači je způsobeno právě překročením úrovně v síťovém přívodu. Obvyklou cestou k potlačení tohoto rušení je zařazení filtru. Jednoduchý filtr pro amatérský vysílač je na obr. 64a. V každé větvi filtru je článek Π . I když jsou na místě C_2 a C_2' nejvhodnější průchodkové kondenzátory, dosáhneme dobrých výsledků i s obyčejnými podle obr. 64b. V pásmu KV je potlačení filtru asi 45 dB. Všechny uzemňovací konce kondenzá-



Obr. 66. Konstrukce filtru pro vysílač z obr. 65

Tab. 4. – Údaje cívek absorpčního měřiče z obr. 62

Rozsah [MHz]	Počet záv. L_1	Vodič	Ø cívky [mm]	Délka [mm]	Počet záv. L_2
60 ÷ 170	3/4	1 mm CuP	12,7	—	1
40 ÷ 110	2	1 mm CuP	12,7	3	2
19 ÷ 55	4	1 mm CuP	25	6	2
7 ÷ 19	15	1 mm CuP	25	16	3
3,5 ÷ 8	30	1 mm CuP	35	42	4
1,7 ÷ 4	75	0,5 mm CuP	35	46	6
0,65 ÷ 1,7	170	0,2 mm CuP	35	38	10



Obr. 67. Jiný síťový filtr pro vysílač

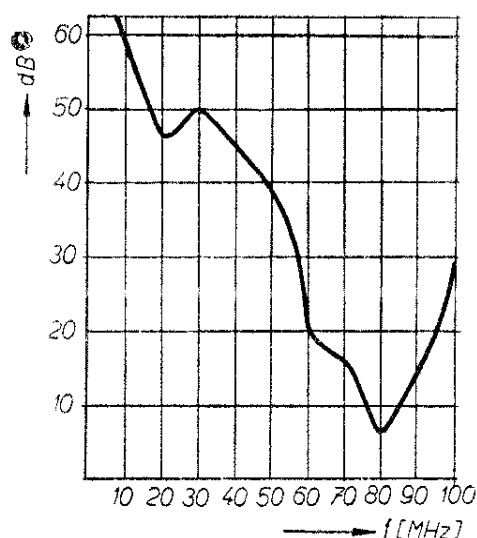
torů přivedeme do jednoho bodu a tam je spojíme s nulovým vodičem. Nulový vodič tvoří přepážka, která současně stíní obě poloviny filtru. Na obr. 65 je složitější síťový filtr pro vyšší nároky. Všechny cívky v jedné větvi jsou vinuty na společné kostře a celý filtr je ve stíněném krytu. V pásmu KV je potlačení větší než 50 dB. Konstrukce filtru je na obr. 66. Zapojení jiného filtru je na obr. 67. Průběh útlumu poloviny filtru pro nesymetrickou složku ukazuje obr. 68. Na obr. 69 (na 3. str. ob.) je konstrukce filtru.

Vysílač

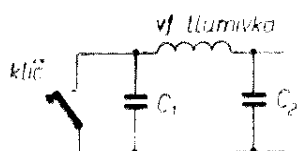
Porovnáme-li stavební návody na amatérské vysílače z dřívějších se současnými, zjistíme značný rozdíl. Dříve bylo téměř pravidlem používat na všech stupních elektronky velkého výkonu. Nyní se používají jen tam, kde je to nezbytně nutné, jako na budicím a koncovém stupni. Oscilátor se osazuje malou zesilovací elektronkou s velkou strmostí, která ochotně a stabilně kmitá i při relativně malém pracovním napětí. Dospělo se tak k situaci, kdy se v předstupních nevyrábí žádný výkon. U koncového stupně je vznik rušivých kmitočtů v těsné souvislosti s nevyhnutelným zkreslením u dvojčinného zapojení. Již jsme se zmínili o rušení, které vzniká zkreslením telegrafní značky a kontaktním rušením klíče. Aby se tomu zabránilo, používají amatéři nejrozumnější zapojení od kondenzátoru paralelně ke klíči až po vícesystémové elektronky. Zásadně se zakazuje klíčovat obvody, v nichž se kmitočet vyrábí. Klíčování musí být přeloženo až do následujících stupňů a klíčuje se několik stupňů současně (popřípadě diferenciální klíčování). Na obr. 70 je filtr pro klíč

u nejobvyklejšího uspořádání. Na minimální rušivé vyzařování vysílače má podstatný vliv uzemnění, popřípadě nulování součástí na šasi. Rozšířená koncepce s dělicími přepážkami není zárukou dobrého odstínění. Stačí sice k odstínění stupňů navzájem, proti vyzařování ven z vysílače je však neúčinná. To platí zejména u koncových stupňů. Teprve dokonalé stínění celého vysílače zaručí, že se vyzařovaná energie nebude vázat na síť, telefon nebo rozhlas po drátě a tak pronikat dál. U koncových stupňů se musí ještě odvádět teplo, proto se používá perforovaný plech nebo drátěná síť.

Někdy mohou i na první pohled nepodstatné věci rušení neúměrně zvětšovat. Příkladem jsou hřídele ovládacích prvků, vyvedené na přední panel. Proto se jako materiál na jejich výrobu doporučují izolační hmoty. Najít nejvýhodnější zemnicí nebo nulovací bod skříně vysílače je také velkým problémem. Je možné k tomu dát doporučení, ne však žádný zaručeně spolehlivý recept. Čím je použitý kmitočet vyšší, tím je to horší. Zemnicí nebo nulovací bod jednotlivého stupně se připojuje na nulový referenční bod. Může to být třetí mřížka, katoda nebo jiný bod. Tyto body se pak spojují a v jednom místě se připojí k šasi. S rostoucím kmitočtem nad 200 MHz bude i tato metoda pochybná, neboť může do-



Obr. 68. Průběh útlumu filtru z obr. 67 (útlum jedné poloviny filtru pro nesymetrickou složku rušení)

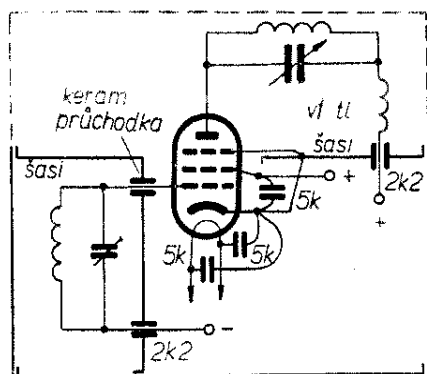


Obr. 70. Filtř pro odstranění rušení klíčováním

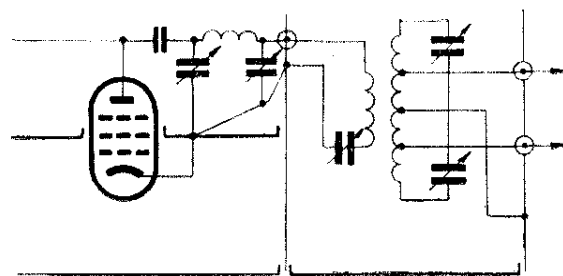
jít k rezonančním jevům. U elektronek je ještě třeba brát v úvahu jejich konstrukci. Je výhodné, tvoří-li vnitřní stínění s rovinou šasi uzavřený okruh. Na obr. 71 a 72 je konstrukční schéma stupňů vysílače.

Anténa a přizpůsobení

Televizi i rozhlas může rušit i bezvadný vysílač, pracuje-li se špatně přizpůsobenou anténou. Dokonalé přizpůsobení je tedy důležité nejen pro maximální výkon, ale i pro minimální rušivé vyzařování. Na otázku, jakou tedy použít anténu, nemusí být přesto jednoznačná odpověď. Při její konstrukci je však nutné dodržovat určitá pravidla. Takovým pravidlem je např. to, že přizpůsobení je možné snadno dosáhnout jen u jednopásmové antény nebo u antény s laditelným napájecím vedením. U všech ostatních druhů antén (vícepásmové antény bez nastavení) musíme věnovat přizpůsobení maximální pozornost. Dipól, používaný v amatérském provozu v nejrůznějších variantách, je charakterizován určitými parametry. Z našeho hlediska je nejdůležitější impedance v napájecím bodě. U půlvlnného dipólu napájeného ze středu je impedance 71 až



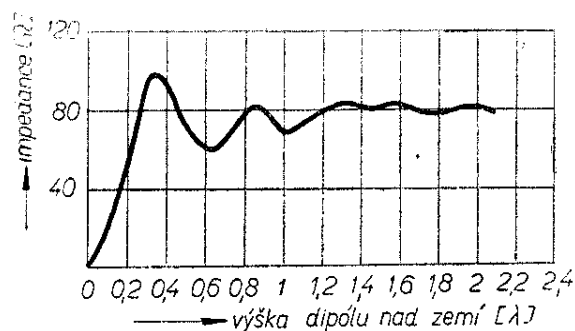
Obr. 71. Správné zemnění koncového stupně (konstrukční uspořádání)



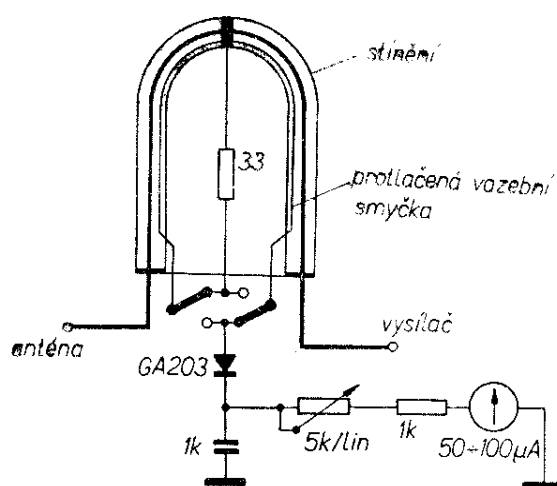
Obr. 72. Uspořádání linky pro minimální rušivé vyzařování

75 Ω . Ta se však značně změní, nejsou-li splněny teoretické předpoklady, které vyžadují, aby anténa visela v odpovídající výšce (asi $\lambda/2$ nad zemí) a nebyla ovlivňována okolím. U amatérských antén je to těžko splnitelné. Už výška antény nejméně 20 m se těžko realizuje. Nepříznivě působí zastavěný prostor v blízkosti antény, zejména kovové konstrukce. V těchto poměrech již neplatí výpočtem určená impedance, což ovlivní přizpůsobení antény. Visí-li anténa níže nad zemí, mění se impedance přibližně podle diagramu na obr. 73. Z diagramu je zřejmé, že impedance antény se zmenšuje až na 20 Ω i méně. Pro správné přizpůsobení jednopásmové antény je výhodné použít skládaný dipól s napájením 70 Ω nebo volit zvláštní napájecí vedení o malé impedanci.

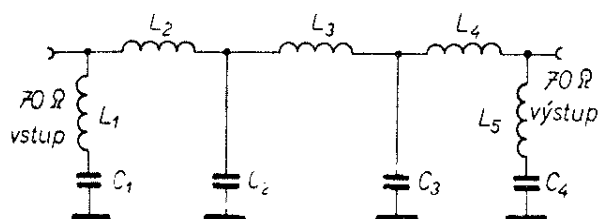
Nejspolehlivější kontrolou anténního přizpůsobení je měření. Popíšeme si konstrukci reflektometru, který při poměrně malých nákladech dosahuje dostatečné přesnosti. Zapojení je na obr. 74. Základní součástí přístroje je souosý kabel. Nejvhodnější je takový, jehož stínění lze snadno stáhnout. Kabel zkrátíme na délku 355 mm a stáhneme stínění,



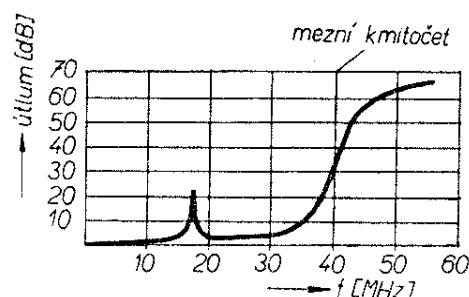
Obr. 73. Závislost impedance dipólu na jeho výšce nad zemí



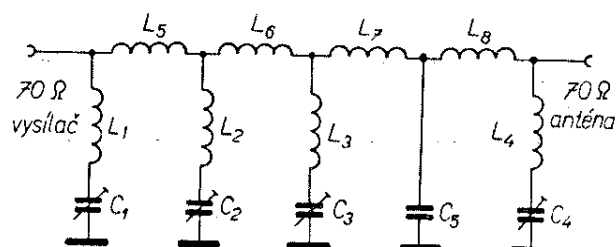
Obr. 74. Reflektometr pro měření anténního přizpůsobení



Obr. 75. Filtř pro potlačení nežádoucího vyzařování amatérských vysílačů



Obr. 76. Závislost útlumu na kmitočtu u filtru z obr. 75



Obr. 77. Čtyřlankový filtr (dolní propust) pro potlačení nežádoucího vyzařování vysílačů

aniž bychom je poškodili. Stínění na obou koncích zkrátíme o 8 mm a konce propojíme. Pak odstraníme na každém konci kabelu dielektrikum v délce 3 mm. Nejobtížnější prací je protažení vazební smyčky pod stínícím pláštěm. Začátek a konec smyčky vyvedeme 56 mm od konců stínění, zapojíme podle obr. 74 a zajistíme, aby se jednotlivé díly nepohybovaly. Konce kabelu připájíme na konektory. Uzemňovací bod je nutné dodržet podle obrázku, jinak se v měření projeví chyby. Při správné funkci reflektometru musí být výchylka stejná při výstupu naprázdno i nakrátko. Poměr stojatých vln, který charakterizuje přizpůsobení, je dán poměrem výchylek při polohách přepínače.

Potlačení vyzařování harmonických

I když dodržíme všechna probraná preventivní opatření, může se stát, že od vysílače pronikají na anténu nežádoucí kmitočty. Jde vesměs o harmonické, které se také nejrušivěji projevují. K jejich potlačení se do anténního přívodu zařazují filtry (dolnofrekvenční propusti). Vhodně navrženým filtrem můžeme nežádoucí vyzařování potlačit na přijatelnou míru. Zapojení filtru není složité, protože strmost propustné křivky a mezní kmitočet propustného rozsahu nejsou kritické. Uvedu několik osvědčených filtrů pro obvykle používaná pásma. Filtř na obr. 75 je třílankový. Mezní kmitočet je asi 40 MHz, potlačení 60 dB. Pro vyšší kmitočty se potlačení zlepšuje (obr. 76). Doporučuje se uzavřít celý filtr do krytu. Výstup a vstup můžeme opatřit konektorem nebo přímo vyvést souosým kabelem. Pokud dodržujeme údaje z tab. 5, není třeba filtr sladovat, přesto však uvádím i sladovací postup:

- vstup filtru zkratujeme měděným páskem širokým asi 10 mm;
- vyjmeme cívky L_2 a L_4 ;
- sacím měřičem (GDO) naladíme vstupní sériový obvod na kmitočet f ;
- při zkratovaném výstupu uděláme totéž u L_5 ;
- obvod L_3 , C_2 , C_3 naladíme do rezonance f_1 ;

Tab. 5. – Konstrukční údaje pro filtr z obr. 75]

Z	52	60	75	Ω
f_{mez}	41	40	40	MHz
f	54	50	50	MHz
f_1	29	28,3	28,3	MHz
f_2	38	36,1	36,1	MHz
C_1, C_4	50	46	35	pF
C_2, C_3	160	145	110	pF
L_1, L_5	4	5,5	7,5	záv.
L_2, L_4	7	7	10	záv.
L_3	8	10	12,5	záv.

Vodič: \varnothing 2 mm Cu postříbřený, vinuto na trnu o \varnothing 11 mm, stoupání: normal., cívka má na délce 25 mm 8 závitů. C_1, C_2, C_3, C_4 – keramické

f) vyjmeme L_3 , aniž bychom ji mechanicky změnili (je naladěna) a opět připojíme cívky L_2 a L_4 . Obvod L_1, L_2, C_1, C_2 naladíme do rezonance při f_2 (zkrat na vstupu, popřípadě na výstupu);

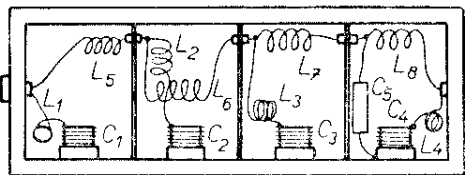
g) obvod L_4, L_5, C_3, C_4 nastavíme rovněž na f_2 ;

h) připojíme opět L_3 .

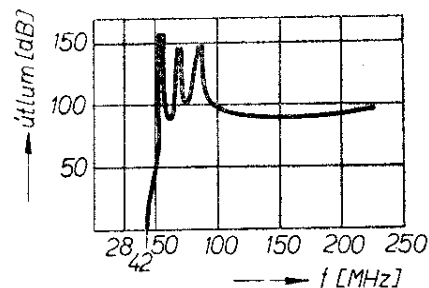
Po naladění vyhledáme na každé cívce sacím měřičem rezonanci asi na 40 MHz. Mnohem pohodlněji se propustná křivka nastavuje rozmítačem, neboť při tomto způsobu se také poznají všechny případné změny. V propustné křivce filtru na obr. 76 je rezonance asi kolem 17 MHz. Protože kmitočtově nám nevádí, není nutné filtr upravovat.

Další variantou anténního filtru je zapojení na obr. 77. Filtr je čtyřčlánekový a k doladění slouží vzduchové trimry. Konstrukční řešení je na obr. 78. Průběh útlumu v závislosti na kmitočtu ukazuje obr. 79. Údaje o součástkách filtru jsou v tab. 6.

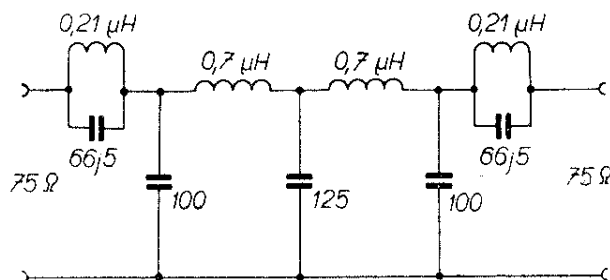
Třetím filtrem je zapojení na obr. 80. Je navržen pro přenášený výkon 1 kW. Na kmitočtech vyšších než 38 MHz je útlum větší než 50 dB a stále se zvětšuje. Filtr má příznivé vlastnosti pokud jde



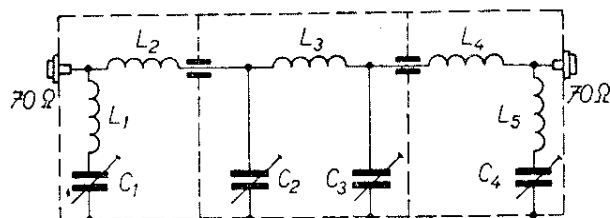
Obr. 78. Konstrukce filtru z obr. 77



Obr. 79. Průběh tlumení filtru z obr. 77



Obr. 80. Jiný filtr pro vysílač



Obr. 82. Filtr pro amatérský vysílač na dvoumetrové pásmo

o přizpůsobení, které proto není příliš kritické. Uspořádání filtru je zřejmé z obr. 81 (na 2. str. obálky).

Pro vysílač v pásmu 145 MHz je určen filtr na obr. 82. Je vestavěn do skřínky z měděného postříbřeného plechu tloušťky 1,5 mm. Údaje o součástkách jsou v tab. 7.

Tab. 6. – Rozpis součástek filtru z obr. 77

$C_1 \div C_4$	42 pF
C_2	110 pF
C_3	120 pF
C_5	134 pF
$L_1 \div L_4$	0,2 μ H (4 1/4 záv.)
L_2	0,05 μ H (1 1/4 záv.)
L_3	0,03 μ H (3/4 záv.)
L_5	0,26 μ H (5 1/2 záv.)
L_6	0,31 μ H (6 1/2 záv.)
L_7	0,35 μ H (7 1/3 záv.)
L_8	0,3 μ H (6 1/3 záv.)

\varnothing 12 mm, 8 záv. na 25 mm, vodič: \varnothing 2 mm CuP, event. stříbřený

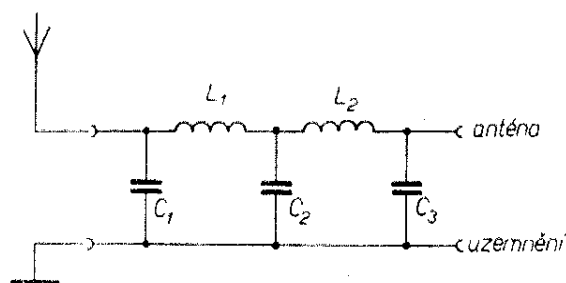
Tab. 7. – Rozpis součástek filtru pro potlačení harmonických v pásmu 145 MHz

C_1, C_4	11 pF (vzduchový nebo keramický)
C_2, C_3	38 pF (vzduchový nebo keramický)
L_1, L_3	3 záv., délka 6 mm, na každém konci 6 mm pro připojení
L_2, L_4	2 záv., délka 3 mm, na každém konci 25 mm pro připojení
L_5	5 záv., délka 10 mm, 15 mm na připojení

Ø vodiče 2 mm Cu stříbřený, cívky vinuty na trnu o Ø 7 mm

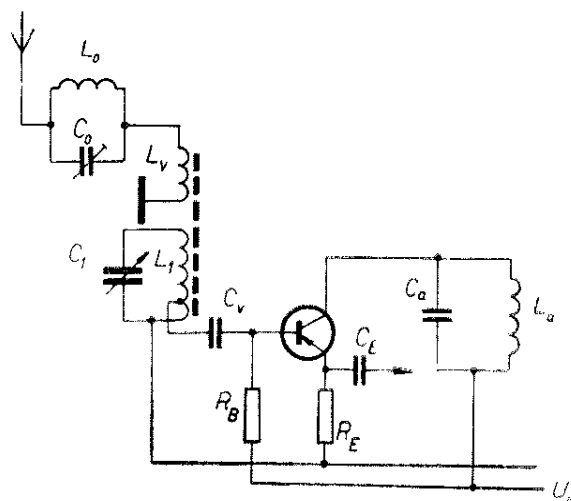
Odstranění rušení na straně příjmu

V předcházejících kapitolách jsme probrali možnosti a způsoby omezení rušení rozhlasu a televize na straně rušivého zdroje. Je to sice nejúčinnější způsob boje proti poruchám, nelze jej však vždycky použít. Použití tohoto způsobu především předpokládá, že rušící kmitočet je nežádoucím produktem, takže jeho potlačení nevadí. Mnoho stížností na rušení je však zaviněno nedokonalým přijímacím zařízením, které zpracovává kromě signálu vyladěné stanice i signály jiné. Mohou to být základní kmitočty různých vysílačů a ty samozřejmě na straně zdroje (vysílače) potlačit nejde. Cesta k odstranění tohoto typu rušení vede nevyhnutelně k zásahům na straně přijímače: snažíme se zlepšit různými úpravami odolnost proti rušení. Problém však obvykle nespočívá v technickém řešení, ale v obtížnosti přesvědčit majitele rušeného přijímače o nedokonalosti jeho přístroje, popřípadě získat svolení k úpravě.



Obr. 83. Dolní propust pro zlepšení odolnosti proti rušení u rozhlasových přijímačů

$C_{1,3}$ – 100 pF, C_2 – 200 pF, $L_{1,2}$ – 100 záv. drátu o Ø 0,4 mm CuP, vinuto vedle sebe na Ø 8 mm



Obr. 84. Odladovač v anténním přívodu pro potlačení signálu místní stanice

L_0, C_0 – cívka a kondenzátor odladovače, L_v – vazební cívka

Odrušení rozhlasových přijímačů

Některé zákroky jsme si popsali v kapitole o amatérských vysílačích a jejich výsledky jsou obvykle uspokojivé. Příjem vzdálenějších stanic předpokládá i kvalitní anténu. Proniká-li rušení do rozhlasového přijímače anténou, zlepšíme odolnost proti rušení zařazením filtru podle obr. 83. Útlum pro užitečný signál je zanedbatelný.

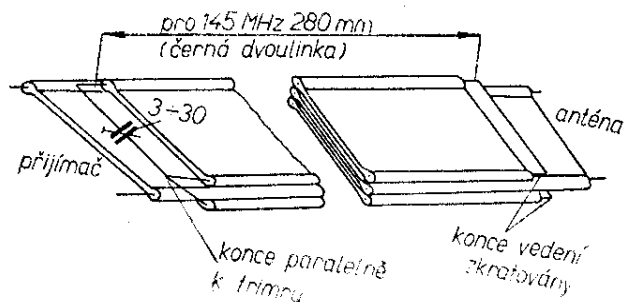
V oblastech se silným polem místního vysílače (Český Brod, Mělník) se objevuje, dokonce i na moderních přijímačích, rušení způsobené křížovou modulací. Např. při naladění na stanici Praha (638 kHz) je slyšet slabě i modulaci vysílače Československo (1 286 kHz). Ke křížové modulaci dochází ve směřovači, na jehož řídicí elektrodu se kromě kmitočtu vyladěné stanice přivede silný místní signál. Odstranění nepříjemného rušení vyžaduje zákroky, které zmenší rušivé napětí místní stanice na směřovači. Ve většině případů pomůže již paralelní nebo sériový obvod v anténním obvodu (obr. 84). U síťových přijímačů je třeba k úplnému odstranění zařadit ještě filtr do napájení (vhodný filtr byl popsán v kapitole o amatérských vysílačích). Jak ukazují zkušenosti, je odstranění rušení rozhlasu křížovou modulací často zdlouhavé. Po některých zákrocích sice proni-

kání druhé modulace ustane, po čase se však může vrátit. Také zákroky, které někde jednoznačně pomohou, jsou v jiném případě neúčinné.

Zlepšení odolnosti proti rušení u televizních přijímačů

Malá odolnost televizních přijímačů proti kmitočtům mimo přijímaný kanál je nejčastější příčinou rušení příjmu profesionálními a i amatérskými stanicemi. Stále častější výskyt tohoto rušení způsobuje především stále rostoucí počet mobilních stanic, pojítek, občanských radiostanic atd. Znovu připomínám, že se to týká případů, kdy vysílač ruší pracovním kmitočtem, což nelze zaměňovat např. s rušením harmonickými kmitočty.

Do televizních přijímačů pronikají rušící kmitočty hlavně v pásmu mezifrekvence. U sovětských televizorů starší výroby je to 27,75 až 34,25 MHz, u našich starších 33 až 39,5 MHz, u novějších 31,5 až 38 MHz. Toto pásmo, tj. 27 až 40 MHz, je přidělováno mobilním stanicím (záchranná služba, požárníci, vodáreny) a amatérům (28 MHz). Již při povolování stanic většího výkonu v tomto pásmu se musí přihlížet k volbě místa. To znamená především neprovozovat stanice velkého výkonu v hustě obydlených oblastech. Jinak je k odstranění

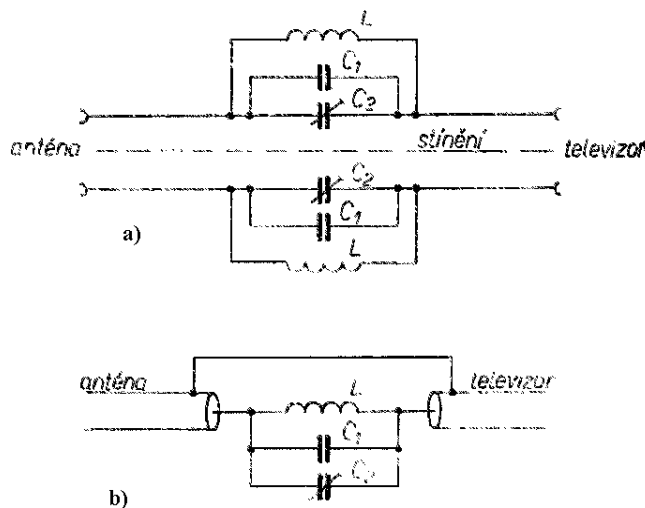


Obr. 86. Absorpční obvod z vedení pro televizní přijímač k omezení rušení amatérským vysílačem v pásmu 145 MHz

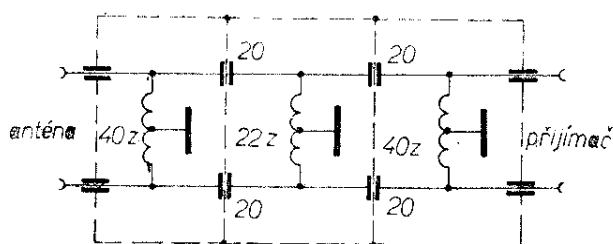
nebo omezení rušení zase nutný a možný jen zásah na straně televizoru. Spočívá v zařazení kmitočtově závislých obvodů (nejčastěji do antény), které pro rušivý mf signál představují velký útlum. Filtr však nesmí současně potlačovat kmitočty přijímaného kanálu.

Ruší-li jeden vysílač se stálým kmitočtem, jsou nejjednodušším prostředkem dva odlaďovače v obou drátech vedení podle obr. 85a, b. Známe-li kmitočet rušícího vysílače, předladíme filtr na generátoru. V opačném případě ladíme trimrem tak dlouho, až je rušení nejmenší. Totéž lze realizovat zkratovaným vedením $\lambda/4$ nebo otevřeným $\lambda/2$, která se připojují co nejblíže k anténním zdírkám. Pro pásmo 30 až 42 MHz má vedení $\lambda/4$ přijatelné rozměry – pro černou dvoulinku kolem dvou metrů. Potlačení rušivého kmitočtu od amatérského vysílače v pásmu 145 MHz absorpcí vedením je na obr. 86.

Obvykle však neznáme kmitočet rušícího vysílače a nemáme možnost jej změřit, nebo ruší více vysílačů v mf pásmu. V takovém případě musíme použít složitější filtry – horní propusti. Takový filtr musí splňovat dva předpoklady: jednak musí potlačit všechny signály pod určitým kmitočtem, kterému se říká mezní, jednak musí všechny signály nad tímto kmitočtem propustit s co nejmenším útlumem. V pásmu propouštěných kmitočtů musí filtr představovat přizpůsobené vedení. Složitost filtru je dána požadovaným útlumem a strmostí boků rezonanční křivky, tj. vzdáleností mezi TV pásmem a kmitočtem rušícího vysílače. Několik takových filtrů si popíšeme.



Obr. 85. Mezifrekvenční filtr pro symetrický (a) a nesymetrický (b) vstup televizoru
 C_1 – 64 pF, C_2 – trimr 3 až 30 pF, L – 0,2 μ H (8 záv. drátu o \varnothing 0,5 mm CuP na kostě \varnothing 5 mm, vinuto vedle sebe)



Obr. 87. Horní propust pro TV přijímač a svod 300 Ω . Údaje o vinutí cívek jsou v textu

Jsou navrženy pro obvyklé uspořádání s vedením 300 Ω nebo 70 Ω a používané mezifrekvenční kmitočty. První filtr je na obr. 87. Cívky jsou navinuty na trubičce z plastické hmoty o průměru 4 mm (hodí se trubička k pití limonády). Základní destička je z cuprextitu, stejně jako stínicí přepážky, které jsou na ni připájeny. Na destičce jsou připevněny zdířky a zástrčka pro vstup a výstup. Celkový vzhled filtru je na obr. 88. Pro souosé vedení 70 Ω od antény můžeme použít filtr z obr. 89. Vyplatí se stínění jednotlivých článků, jak je naznačeno na obrázku. Obecně není otázka stínění kritická. Pracuje se se signály malé úrovně, jejichž vyzařování z vodičů a součástí je minimální. Snažíme se však dodržet co nejmenší vazbu indukčností umístěním cívek osami kolmo na sebe. Velikosti kapacit je třeba dodržet podle obrázku s co největší přesností. Filtr na obr. 90 je navržen pro potlačení mezifrekvenčního rušení při příjmu v I. televizním pásmu. Lze jej použít pro impedanci 300 Ω a nouzově i pro 70 Ω . Filtr je v krytu ze železného pocínovaného plechu tloušťky 1 mm. Stínicí přepážka je jen jediná v podélné ose (obr. 91 na 2. str. obálky).

Mnohem snadnější je odstranění rušení z mezifrekvenčního pásma, přijímáme-li některý kanál třetího pásma. Příznivým faktorem je velká vzdálenost mezi přijímaným a rušícím kmitočtovým pásmem. Zapojení filtru pro III. televizní pásmo je na obr. 92. Stejně jako předcházející filtr jej lze použít i pro souosý kabel 70 Ω . Vnitřní vodič zapojíme na jednu krajní větev, stínění na střední vodič. Sovětské továrně vyráběné filtry typu PPU jsou na obr. 93, údaje o součástkách jsou v tab. 8. Pro naše poměry není výhodná impedance 70 Ω . Je však možné přepočítat indukčnosti a kapacity uvedené pro jednu standardní impedanci na novou impedanci takto:

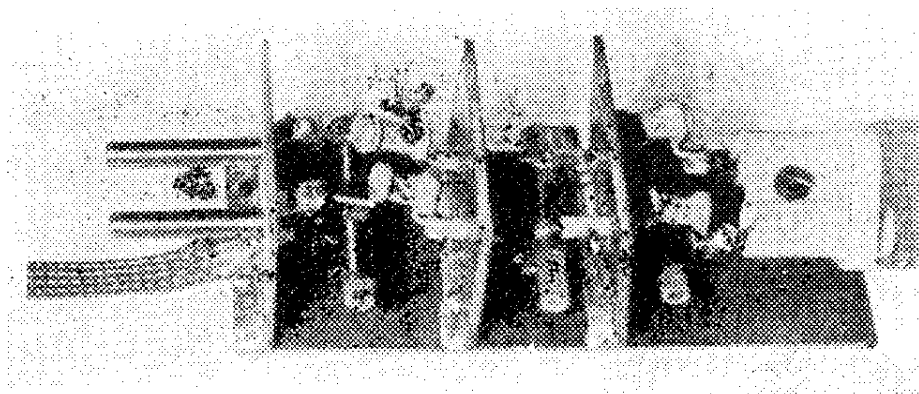
$$L_n = L_p \left(\frac{Z_n}{Z_p} \right); C_n = C_p \left(\frac{Z_p}{Z_n} \right),$$

kde index n = nová impedance a index p = původní.

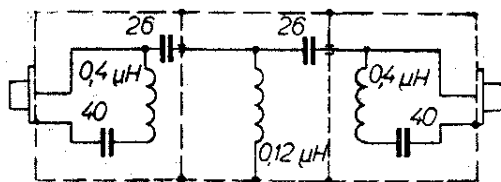
Při přeměně symetrického filtru na nesymetrický se mění jen podélné členy řetězce tak, že všechny podélné indukčnosti se násobí dvěma a podélné kapa-

Tab. 8. - Rozpis součástek filtrů typu PPU

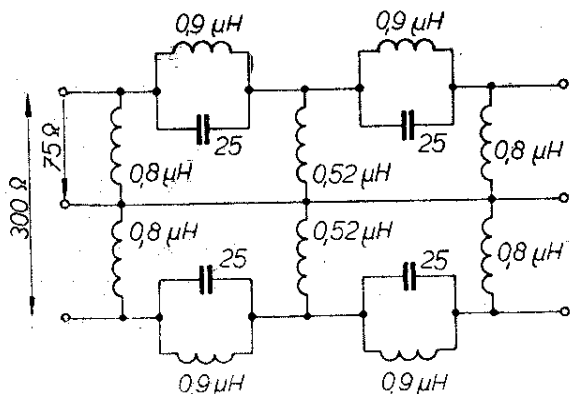
Indukčnosti [μ H] Kapacity [pF]	Typ filtru		
	PPU-1	PPU-3	PPU-4
L_1	0,8	0,885	0,8
L_2	0,88	0,76	0,8
L_3	0,367	0,06	—
L_4	0,367	—	—
L_5	—	—	—
C_1	36	20	7
C_2	10	12	3 ÷ 40
C_3	7	150	7
C_4	15	20	3 ÷ 40
C_5	7	—	—
C_6	3 ÷ 40	—	—
C_7	15	—	—



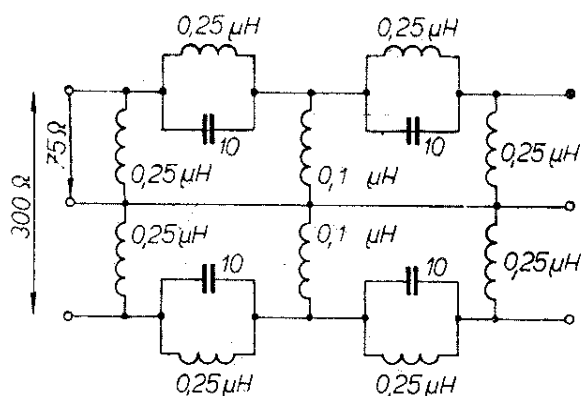
Obr. 88. Pohled na odkrytou horní propust pro televizor podle obr. 87



Obr. 89. Horní propust k potlačení mezi-
frekvenčního rušení pro nesymetrický vstup
70 Ω



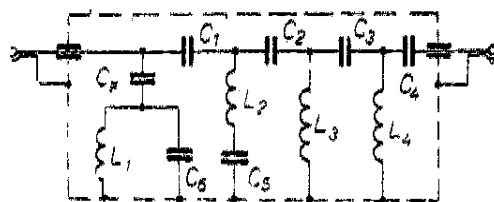
Obr. 90. Filtr do anténního přívodu televi-
zoru při příjmu v I. pásmu



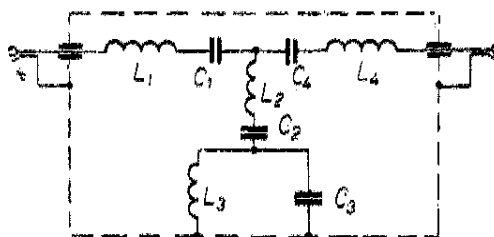
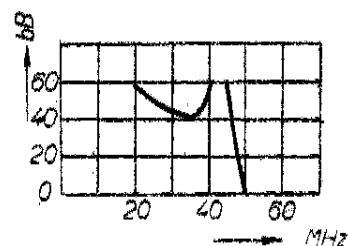
Obr. 92. Filtr pro televizor k potlačení mezi-
frekvenčního rušení při příjmu ve III. TV
pásmu

city dělí dvěma. Opačně to platí pro
přeměnu nesymetrického filtru na sy-
metrický. Filtr na obr. 94 je navržen
tak, aby maximální útlum byl na kmi-
točtech používaných amatérskými vy-
sílači (14, 21, 28 MHz). Filtry se umísťují
co nejbližší vstupu televizoru. U starších
televizorů, kde je mezi zdírkami a voli-
čem dlouhý přívod, je vhodné umístit
filtr těsně k voliči. Filtr musí být mecha-

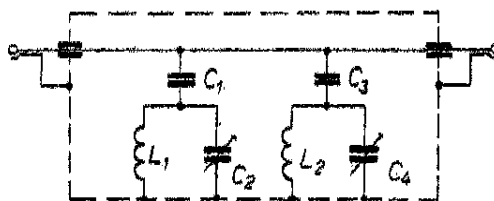
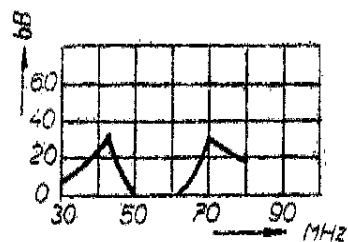
Obr. 93. Schéma za-
pojení sovětských
filtrů typu PPU a
jejich charakteristi-
ky. V původním pro-
vedení jsou všech-
ny pro nesymetrický
anténní přívod 75 Ω:
a) PPU1 – horní
propust; mezní kmi-
točet 48,5 MHz.
Vstupní impedance
v propustném pás-
mu se pohybuje od
50 Ω do 100 Ω;
b) PPU3 – pásmo-
vá propust; mezní
kmitočty 46,8 MHz
a 59,8 MHz
c) PPU4
(Údaje o součást-
kách jsou v tab. 8)



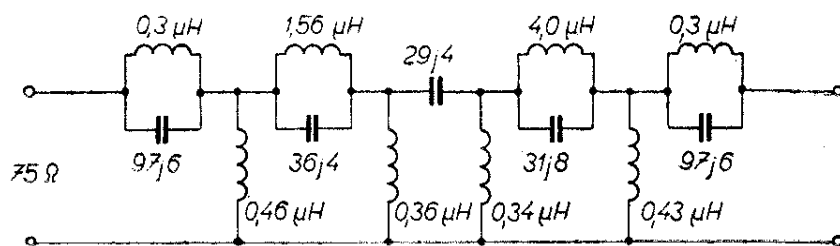
a)



b)



c)

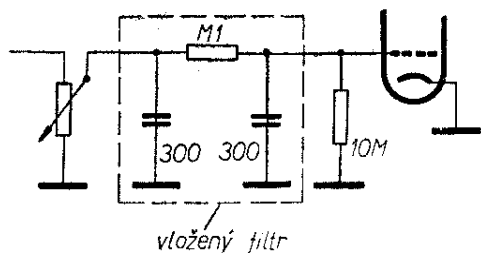


Obr. 94. Horní propust k televizoru s maximálním po-
tlačením kmitočtů
amatérských vysíla-
čů v pásmech 14, 21
a 28 MHz podle li-
teratury [11]

nicky pevný, aby se nárazem neměnily jeho vlastnosti. Předběžné nastavení na rozmítači velmi prospěje. Při nesprávném nastavení filtru se znatelně zhorší obraz (změnou fázových poměrů). Moderní televizory jsou proti mezifrekvenčnímu rušení podstatně odolnější.

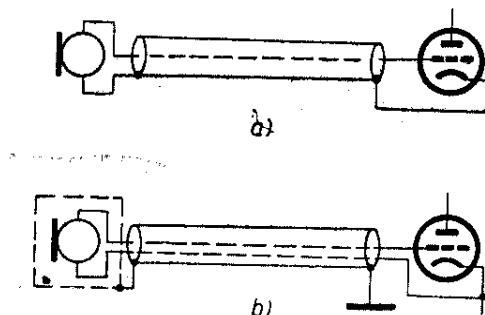
Rušení nf zesilovačů vysílačem

Mluví-li se o rušení příjmu televize amatérským vysílačem, myslí se tím téměř vždy rušení obrazu (moaré). Přesto může amatérský vysílač nebo jiný vysílač rušit jen zvukový doprovod, aniž by nějak utrpěla kvalita obrazu. Rušivá modulace je přitom přeložena přes televizní zvuk. Obvykle nelze její intenzitu ovlivnit regulátorem hlasitosti. V tomto případě jde o přímé vyzařování do nízko-frekvenční části zvukového dílu televizoru. Na první nf elektronce (PABC80) s velkým mřížkovým svodem dochází k detekci. Dále je již cizí modulace neoddělitelná a zesiluje se společně s užitečným signálem. Nápravy lze dosáhnout jen na straně rušeného přijímače. K úplnému odstranění stačí většinou kombinace RC podle obr. 95. Jindy stačí zkontrolovat zemnicí body a dobře stínit přívody k první mřížce. Známe-li rušící kmitočet, je účinným prostředkem sé-

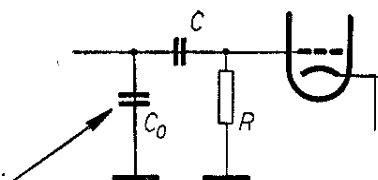


Obr. 95. Filtr RC v g_1 nf vstupní elektronky
u TV přijímačů

riový laděný obvod mezi g_1 a zemí. Potíže přitom opět nespočívají v technické oblasti, ale v umění přesvědčit posluchače o nutnosti zásahu do jinak hrajícího přijímače. Nejtěžší to bývá právě tehdy, ruší-li amatérský vysílač. Z principu vzniku rušení je samozřejmé, že tímto rušením mohou být postiženy i všechny jiné nf zesilovače (v rozhlasových přijímačích, magnetofonech, projektorech atd.). Vedle „čistých“ zesilovačů bývají často postiženy magnetofony (netýká se to studiových přístrojů). Rušení se obecně projevuje jako modulace brumem. Je-li záznamový zesilovač značně vybudzen, je slyšet i modulaci vysílače nebo značky. Příčiny jsou opět v předzesilovacím stupni nahrávacího zesilovače. U elektronkových zesilovačů působí mřížka a katoda jako dioda. Může jí protékat mřížkový proud, který nabíjí mřížkový kondenzátor. Vznikající předpětí s časovou konstantou R a C (R – mřížkový svod, C – mřížkový kondenzátor) kolísá v rytmu modulace vysílače. Pomůže jen zlepšení odolnosti magnetofonu proti rušení. V jistých mezích lze dosáhnout zlepšení dokonalejším stíněním vstupního dílu. Také zlepšení stínění mikrofону s kabelem podle obr. 96 někdy rušení zcela odstraní. Nedosáhneme-li těmito opatřeními plného účinku, nezbyvá než použít



Obr. 96. Změna v odstínění mikrofону s pří-
vodem: a) původní zapojení, b) zlepšené
zapojení



Obr. 97. „Příčné“ odrušení vstupu magnetofonu. Kapacitu C_0 volíme co nejmenší s ohledem na kmitočtovou charakteristiku

dodatečné odrušovací prostředky, musíme však brát zřetel na kmitočtovou charakteristiku. Pro velký vstupní odpor lze použít tzv. příčné odrušení podle obr. 97. Obdobou je podélné odrušení cívkou (obr. 98). Konstrukce cívky závisí na rušícím kmitočtu (feritové jádro, vzduchová). Citlivost na rušení nf zesilovačů (tedy také snímáčiho a záznamového) je funkcí kmitočtu. Pro dokonalé odrušení se musí udělat jeho přesná analýza. Nové magnetofony s tranzistorovými vstupy jsou na toto rušení mnohem méně citlivé. Někdy se také mohou vyskytnout rezonanční jevy na mikrofonním nebo síťovém kabelu. Platí to i pro modulační zesilovače amatérských vysílačů, které i přes odstínění mohou být citlivé na vf složku. Příznivý účinek může mít v takovém případě i zkrácení mikrofonního kabelu.

Nevyčerpal jsem všechny možnosti odrušení různých přístrojů; snažil jsem se však objasnit příčinu a naznačit postup. Při jeho dodržení se v praxi setkáme téměř vždy s úspěchem.

Vyhledání rušivého zdroje

Jsme-li postiženi rušením radiového příjmu, snažíme se nejdříve zdroj rozpoznat a vyhledat. Podle okolností se vyskytnou různé situace. Někdy sice na první pohled poznáme, co rušení způsobuje, přesto však odstranění rušení může být z různých příčin zdlouhavé (např. jsou-li zdrojem vysokonapěťové linky). V hustě obydlených oblastech bývá naopak nejobtížnější odhalení zdroje rušení. To platí i o jednom zařízení s více zdroji (reléová skříň, automobil), kde je nejdůležitější určit, co je hlavním zdrojem rušení. Pokusím se shrnout základní

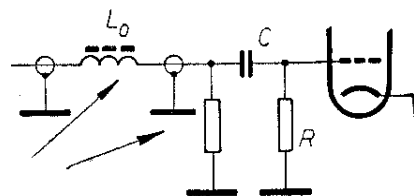
metody určení zdroje rušení rozhlasového a televizního příjmu. Závěry je možné použít i pro ostatní druhy příjmu, včetně amatérského provozu.

Před hledáním rušivého zdroje se musíme důkladně přesvědčit, není-li závada v přijímacím zařízení (mnohdy se to ovšem pozná velmi těžko). Mezi faktory, které pomohou identifikovat rušivý zdroj, patří:

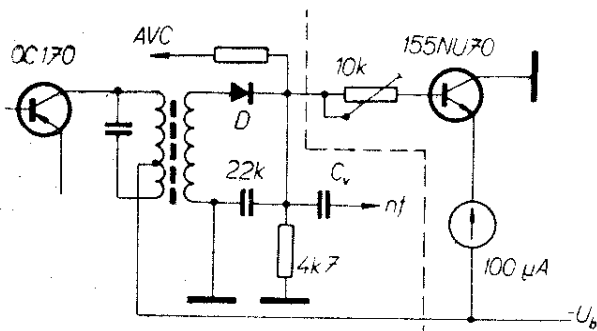
1. akustický nebo vizuální projev v reproduktoru nebo na obrazovce; je to základní ukazatel a ještě o něm budeme hovořit.
2. Doba výskytu, trvání a periodičnost rušení.
3. Obsah a forma sdělovaných informací při rušení radiostanicemi (volací značka, modulace).
4. Závislost rušení na počasí.
5. Rozsah rušení (počet a rozložení postižených posluchačů).

Pokud tyto poznatky nevedou jednoznačně k cíli, použijeme další metody. Osvědčuje se vypínání úseků sítě za současného pozorování účinku na rušeném zařízení. To je však nutné dělat ve spolupráci s oprávněnými osobami z rozvodných závodů nebo s odrušovací službou.

Nejspolehlivější metodou vyhledání rušivého zdroje je zaměření. Bohužel je tento způsob v možnostech amatéra jen tehdy, jde-li o místní zdroj v domě nebo v okolí. Dostupným prostředkem k zaměřování je obyčejný tranzistorový přijímač, který stačí i k odhalení některých zdrojů rušení televize. Při specificky televizních rušeních (moaré) se vyplatí použít přenosný televizor s bateriovým napájením. Snažíme se vždy najít maximální úroveň poruch, která zpravidla souhlasí s místem zdroje. V pásmech nad 50 MHz doporučuji směrové antény. Pomohou rychle vyhledat zdroj rušení zejména ve III. TV pásmu. U rozhlasových



Obr. 98. „Podélné“ odrušení vstupu nf zesilovače



Obr. 99. Připojení ručkového měřidla jako indikátoru k tranzistorovému přijímači

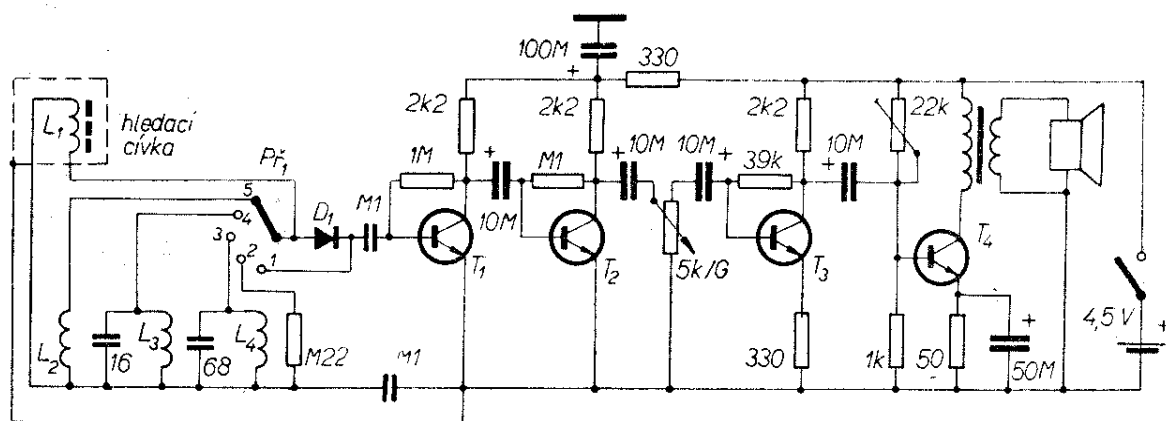
přijímačů není akustický projev rušení dostatečně přesným indikátorem. Mnohem lépe se pracuje, můžeme-li úroveň rušení sledovat na ručkovém měřidle. Mikroampérmetr asi $100 \mu A$ můžeme zařadit místo zatěžovacího odporu. K odstranění akustické zpětné vazby mezi reproduktorem a měřidlem je však výhodnější použít oddělovač podle obr. 99. Pro oddělovač použijeme tranzistor opačné polarizace než je v přijímači s co nejmenším zbytkovým proudem.

V televizních pásmech se k vyhledávání rušivých zdrojů používají speciální přístroje. Indikátor pole typu HUZ firmy Rohde-Schwarz je na obr. 100 (na 3. str. ob.). Je plynule přeladitelný v pásmu 47 až 225 MHz. Jednoduchý dipól je teleskopický s možností nastavení v celém pásmu. Indikátorem je ručkové měřidlo a vestavěný reproduktor. Detektor je pro AM i FM. Přepnutím konstant de-

tektoru AM se dosahuje předepsaného zhodnocení pro rušivé signály. Napájí se z akumulátorů NiCd. V NDR byl pro tyto účely vyvinut přístroj STG 4 (obr. 101 – na 3. str. obálky). Stupnice je polelná, kmitočtové pásmo 30 až 230 MHz je rozděleno do 8 rozsahů. Indikátorem je ručkové měřidlo nebo sluchátka. Anténa je teleskopická ve tvaru V, citlivost je asi $10 \mu V$. Přístroj je osazen subminiaturními elektronkami a napájen z vestavěných článků NiCd.

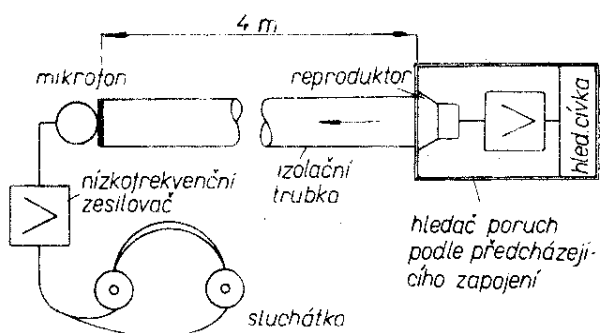
Obtížně se hledají poruchy instalací, jako jiskřící svorky nebo svazky. Je třeba systematické prohlídky celé instalace. K vyhledávání poruch tohoto typu slouží přístroj podle obr. 102. Je to vlastně přijímač s přímým zesílením se čtyřstupňovým nf zesilovačem. Vstupní obvod je přepínatelný. V poloze 1 je připojena nf sonda (L_1), kterou zhotovíme navinutím asi 3 000 závitů na feritovou anténní tyčku drátem o \varnothing asi 0,1 mm CuP. Ve druhé poloze se napětí z hledací cívky L_1 detekuje, takže přístroj pracuje v celém pásmu rozhlasových kmitočtů. Ve 3. poloze je zapojen zatlumený středovlnný obvod (L_4 a 68 pF). Ve 4. poloze je připojen krátkovlnný obvod (L_3 a 16 pF). 5. poloha je určena pro VKV (L_2). Celý hledač vestavíme do krabíčky z plastické hmoty nebo bakelitu. Přístroj lze použít i při vyhledávání rušení z motorových vozidel.

V této souvislosti stojí za zmínku velmi zajímavá aplikace tohoto přístroje v uspořádání pro vyhledávání poruch na



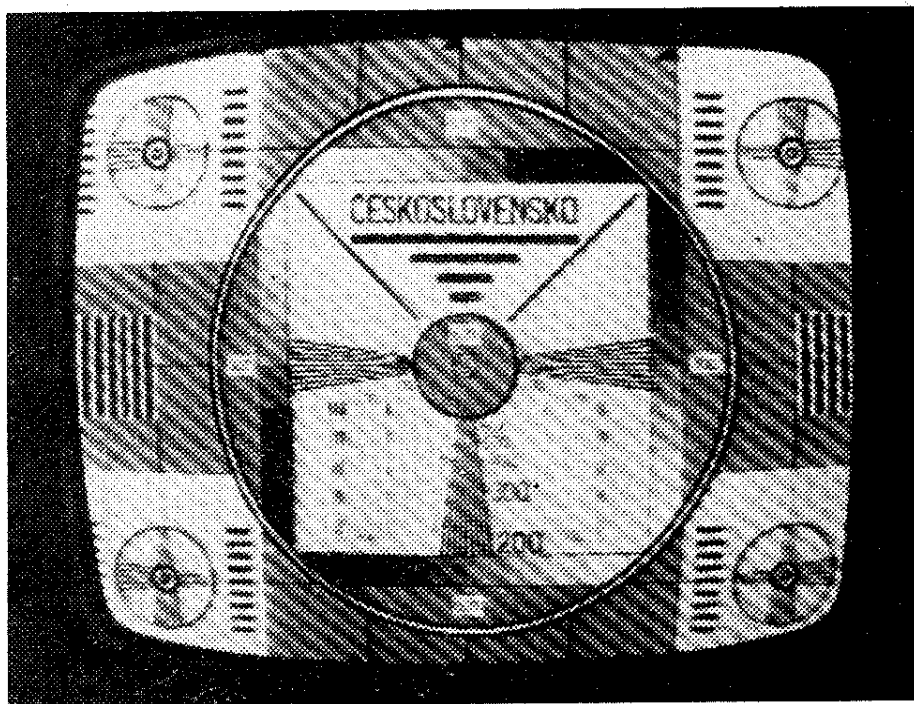
Obr. 102. Hledač poruch

T_1 – 156NU70, $T_{2,3}$ – 105NU70, T_4 – 104NU71, D_1 – GA201; všechny elektrolyt. kondenzátory na 6 V, odpory na zatížení 0,05 W. L_4 a 68 pF má rezonanci asi na 1 MHz, L_3 a 16 pF na 15 MHz, L_2 s vlastní kapacitou rezonuje na 60 MHz. Cívka L_1 je konstrukčně řešena jako sonda (údaje v textu). Při zakmitávání zvětšíme filtrační kapacity

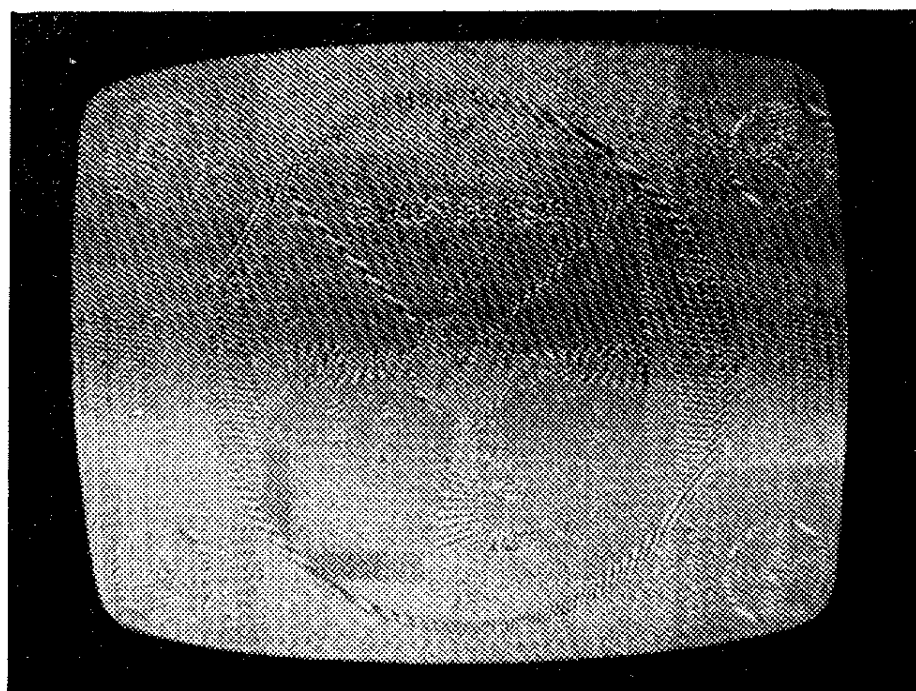


Obr. 103. Přístroj pro hledání rušení na linkách vysokého napětí

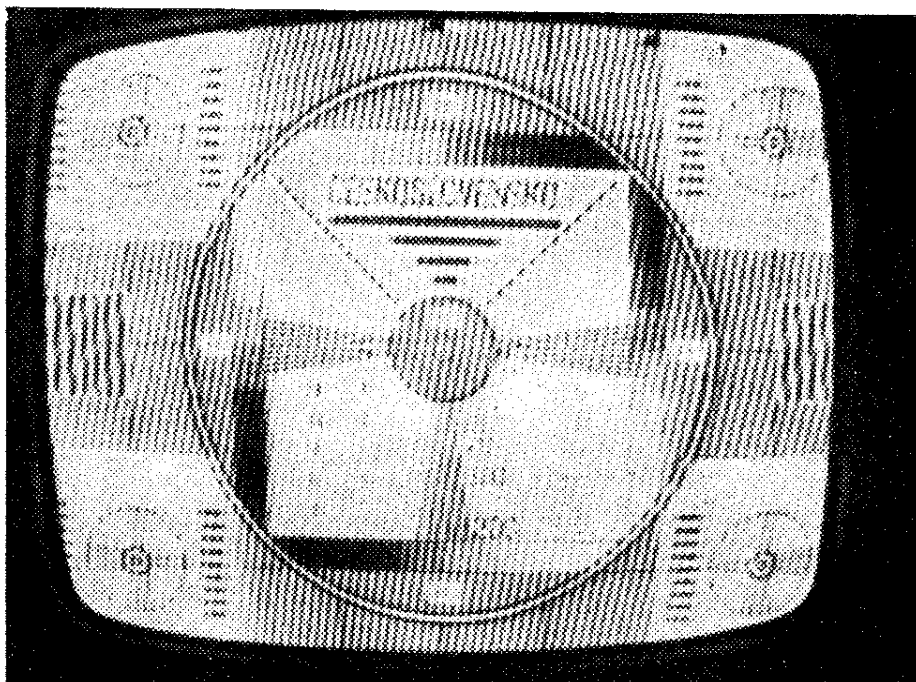
linkách vysokého napětí (obr. 103). Indikátor z obr. 102 je namontován v hlavě, která je připevněna na izolační trubce potřebné délky. Reprodukter indikátoru ústí do této trubky. Snímané poruchy se akusticky šíří trubkou. Na druhém konci



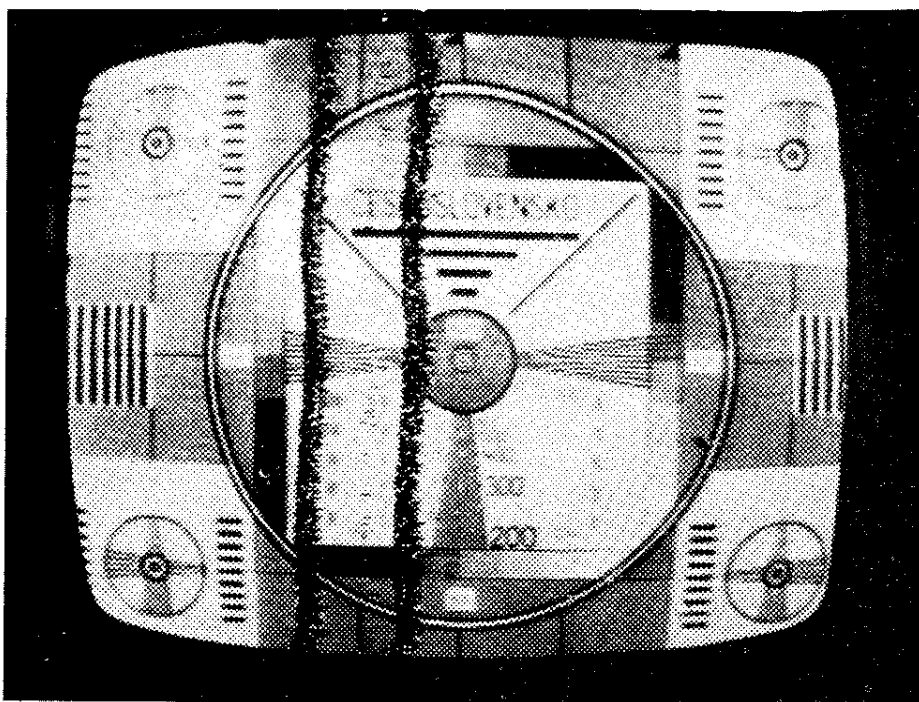
Obr. 104. Rušení TV příjmu vysílačem



Obr. 105. Rušení TV příjmu vysílačem při velké úrovni rušivého signálu



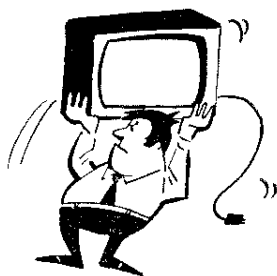
Obr. 106. Rušení oscilátorem rozhlasového přijímače na obrazovce televizoru



Obr. 107. Rušení příjmu televize koncovým stupněm řádkového rozkladu jiného televizoru

je mikrofón s nf zesilovačem a sluchátky. Tímto vtipným řešením je plně zajištěna bezpečnost. Přístrojem se mimo jiné spolehlivě určují vadné izolátory.

Vrátíme se opět k otázce určení zdroje rušení podle projevů v reproduktoru nebo na obrazovce. Zdroje



rušení rozdělíme do charakteristických skupin a uvedeme si projev rušení na obrazovce nebo v reproduktoru přijímače.

I. Vysokofrekvenční zařízení

Tato skupina má tři podskupiny:

Vysílače

Patří sem všechny vysílače včetně amatérských. Na televizní obrazovce se

projevují jako moaré (obr. 104). Při silném rušivém signálu přechází obraz až do negativu (obr. 105).

Rozhlasové a televizní přijímače a zesilovací zařízení

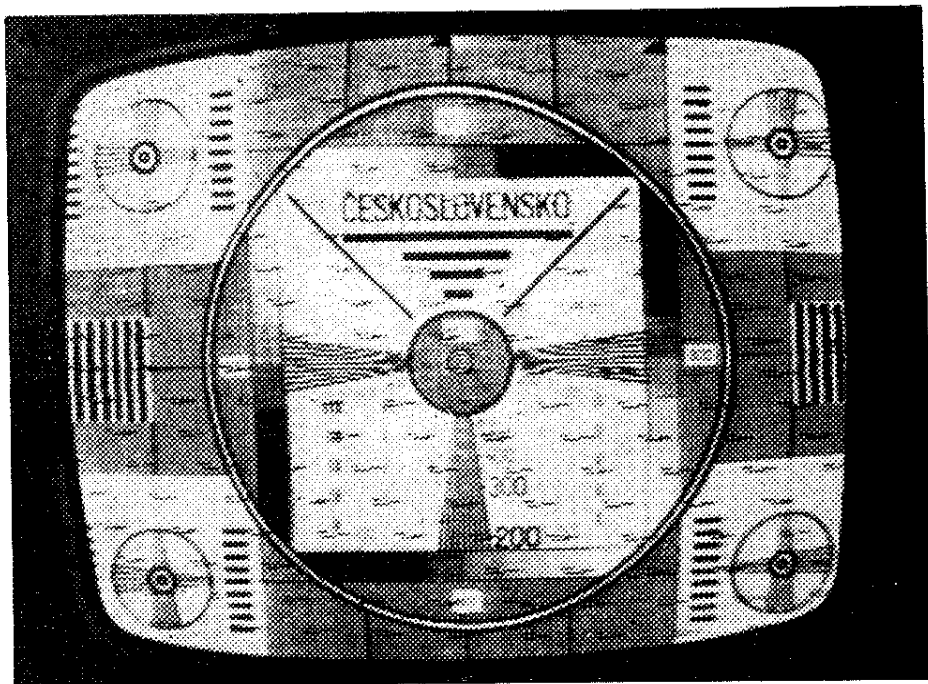
Rušení oscilátorem rozhlasového přijímače se na obrazovce projeví jako rušení ostatními vf zařízeními (obr. 106). Počet čar i jejich sklon se však mění. Zvláštním rušením příjmu televize je rušení

svislou čarou (čarami). Na obr. 107 je jeho ukázka. Pokud rušící televizor není synchronizován, čára se rozpadne (obr. 108).

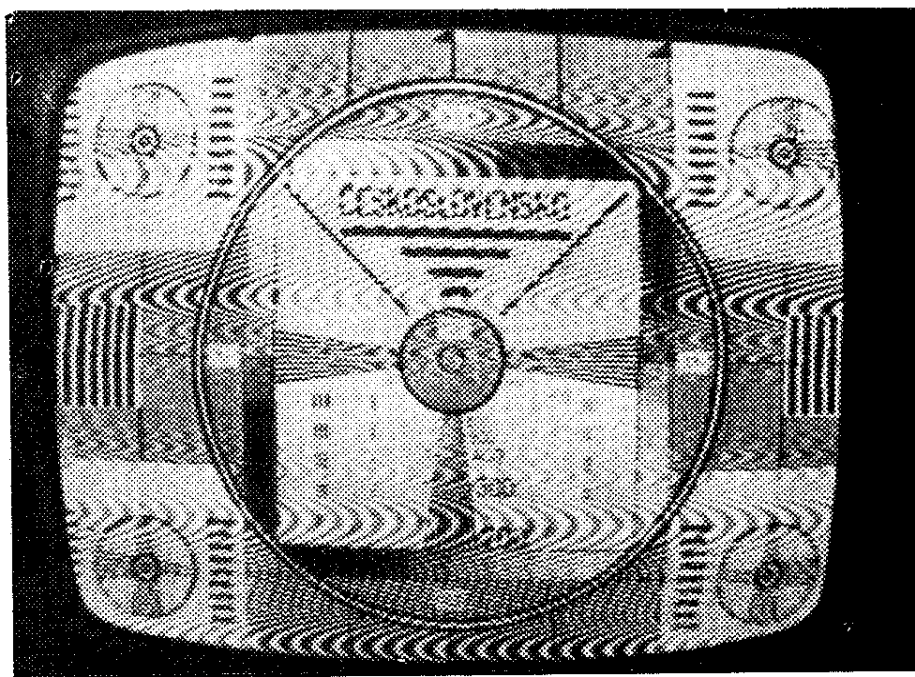
Vysokofrekvenční účelová zařízení

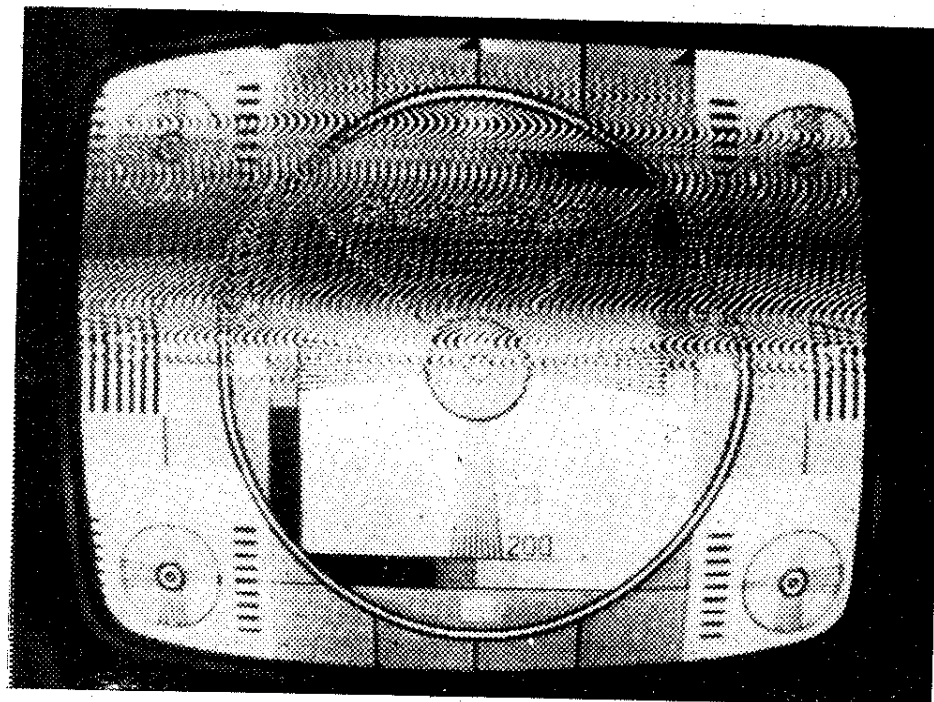
Moaré je soustředěno ve vodorovném pruhu (pruzích). Intenzity ubývá směrem k okrajům. Je to důsledek modulace napájecím napětím sinusového průběhu. Vf účelové zařízenís dvoucestným usměr-

Obr. 108. Rušení příjmu televize koncovým stupněm rádiového rozkladu jiného televizoru s generátorem řádek mimo synchronizaci

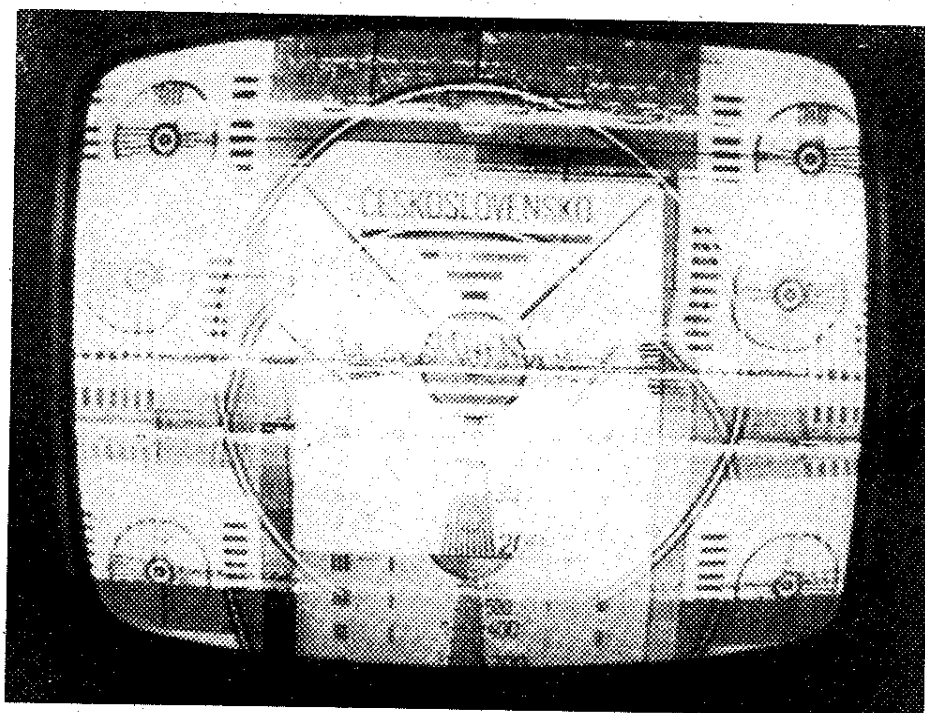


Obr. 109. Rušení vf účelovým zařízením s dvoucestným usměrněním





Obr. 110. Rušení vf účelovým zařízením s jednocestným usměrňovačem



Obr. 111. Rušení kontaktem, spojené s porušením snímkové synchronizace

ňovačem je na obr. 109. Mnohem častěji používají tato zařízení jednocestné usměrňovače; pak je rušící pruh jen jeden (obr. 110). Pokud jde o rušení rozhla-

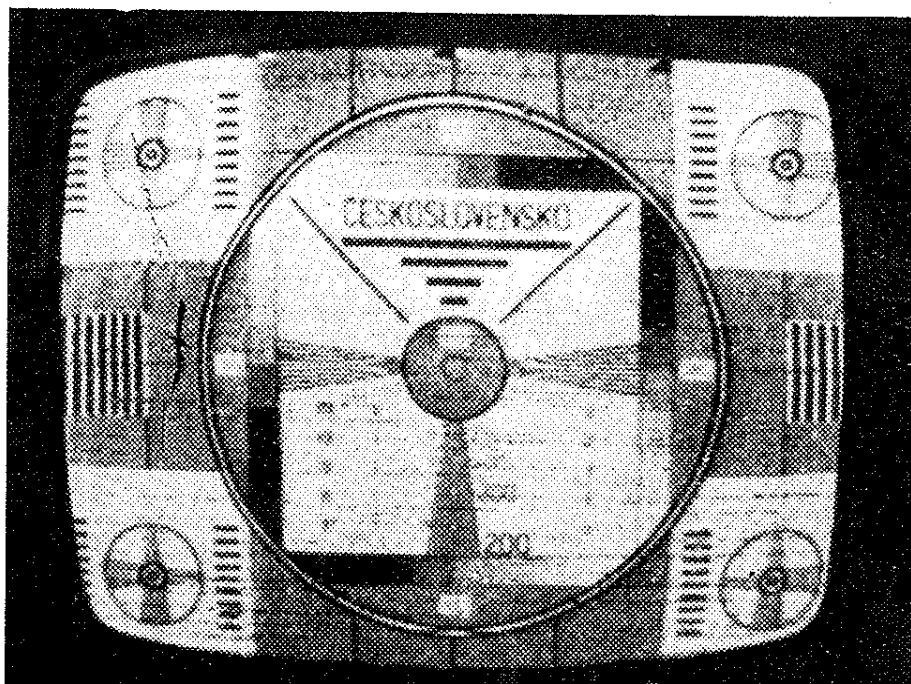


su, stojí za zmínku vf účelová zařízení, která se v pásmu VKV projevují jako brum 50 Hz nebo 100 Hz.

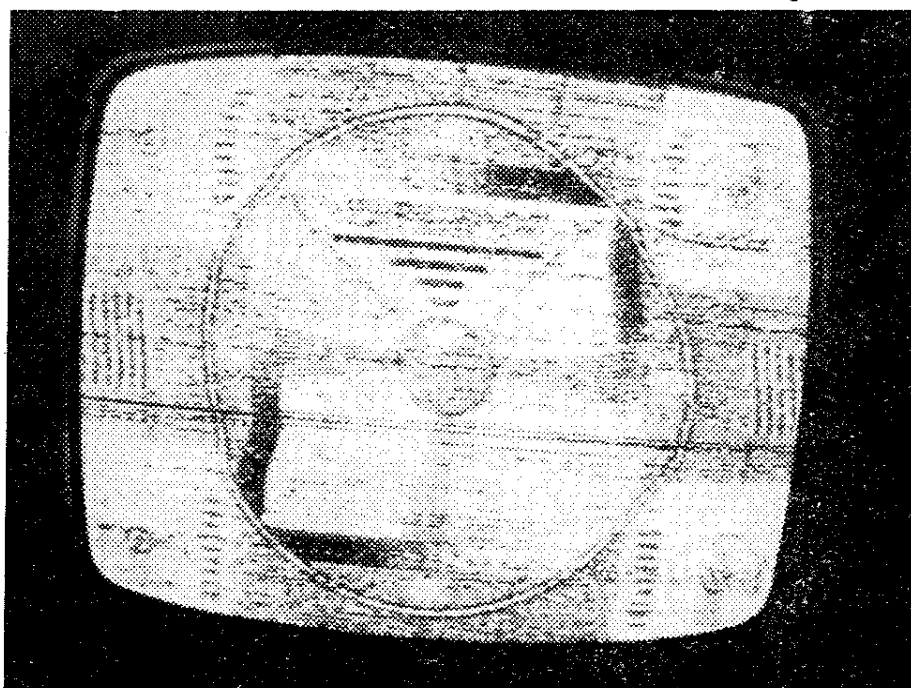
2. Elektrická zařízení s přerušujícími kontakty a termostaty

Zdroje: chladnička, skupinová telefonní přípojka, schodišťový automat,

Obr. 112. Komutátorový motorek jako zdroj rušení TV příjmu (vysavač Standard)



Obr. 113. Rušení televizního obrazu komutátorovým motorkem s regulátorem (mixér)



programový spínač reklam, elektrická poduška, termostatická skříň, elektrická žehlička s termostatem, boiler, elektrická trouba s termostatem, pistolová páječka, kancelářské stroje, výtahy.

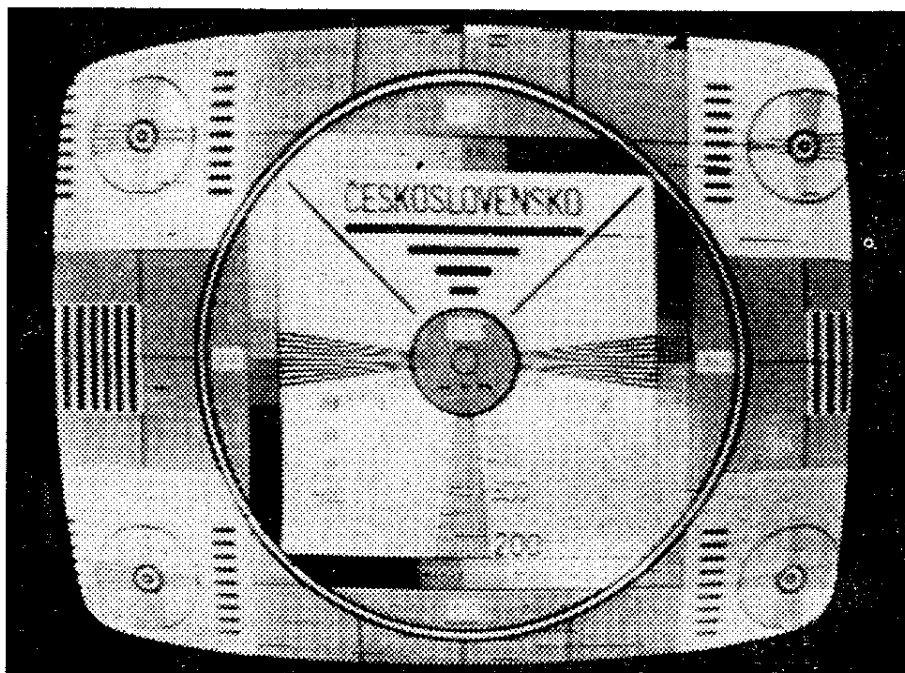
V reproduktoru rozhlasového přijímače se rušení těmito zdroji projevuje jako nepravidelný nebo periodický praskot, což je dáno charakterem zdroje. Také na obrazovce se rušení projevuje u různých zdrojů různě. Obvykle jsou to

horizontální pruhy různé šířky přes celou obrazovku. Při intenzivním rušení se může porušit snímková synchronizace (obr. 111). Při spotřebičích s velkým odběrem (výtahy) dochází při zapnutí a vypnutí ke změně rozměrů obrazu (měkká síť).

3. Zařízení s elektrickým motorem

a) připojeným na síť.

Zdroje: pračka, odstředivka, ventilá-



Obr. 114. Rušení příjmu vedením vysokého napětí

tor, elektrické nářadí, holicí strojek, vysoušeč vlasů, šlehač, kávomlýnek, vysavač, leštič parket, robot;

b) se samostatným zdrojem.

Zdroje: dětské hračky, holicí strojek. Podle výšky tónu v reproduktoru je možné usuzovat na rušící spotřebič. Rušení na obrazovce se projeví podélnými čarami různé délky po celém stínítku. U motorků napájených ze sítě se čáry soustřeďují do dvou pruhů (modulace 100 Hz), u motorků napájených z baterií jsou čáry rovnoměrně přes celou obrazovku. Ukázkou je rušení vysavačem Standard (obr. 112).

4. Zařízení s elektrickým motorem a přerušujícím kontaktem

Zdroje: elektrický mixér s regulátorem, šicí stroj se spouštěčem, kuchyňské stroje s regulátorem, automatická pračka a odstředivka, automatická kotelná, dálkopis, počítač a kalkulační stroje, registrační pokladna.

Projev je podobný jako u zdroje s komutátorovým motor-



kem, přistupuje však ještě kontakt. Na akustickém vjemu se to příliš neprojeví, na obrazovce je to znatelnější (obr. 113).

5. Luminiscenční svítidla

Zdroje: zářivka, výbojka.

Rušení televize je vzácné. U rozhlasového příjmu se projevuje brum s výraznými maximy v pásmech SV a DV.

6. Svítidla a zařízení s vn výbojem

Zdroje: plynová výbojka, neonová reklama, rtuťový usměrňovač. Rušení televize neonovou reklamou se projevuje podobně jako rušení od vn vedení, rušení rozhlasu buďto jako kontaktní, nebo jako brum.

7. Bytové a ostatní sítě do 1 000 V

Projevy jsou shodné s kontaktním rušením.

8. Vysokonapěťové sítě nad 1 000 V včetně příslušenství a rozvodů

Rušení od vn vedení charakterizují dva vodorovné pásy přes obrazovku, které jsou složeny z krátkých čar (obr. 114).

9. Elektrická doprava

Zdroje: železniční stejnosměrná i střídavá trakce, měnirny, městská doprava.

Rušení se projevuje většinou stejně jako rušení od kontaktů, jindy jako od vn vedení (střídavá trakce).

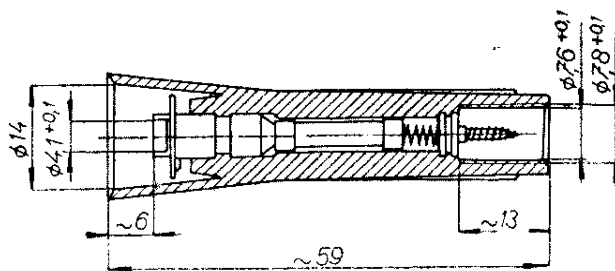
10. Zařízení se spalovacími motory

V nejbližším okolí jsou postižena jen televizní pásma. Většinou ruší zapalování, které se projevuje jako kratší intenzivní čáry řídce přes obrazovku.

Odušování motorových vozidel

U motorových vozidel jde při odušování o dva základní problémy. Motorové vozidlo, stejně jako ostatní zařízení, nesmí být především zdrojem rušení radiokomunikací. Úroveň rušivých produktů vyzařovaných vně vozidla musí vyhovovat příslušné normě. Druhým problémem je, jak odušovat vozidlo (většinou jde o osobní vůz), abychom v něm mohli poslouchat rozhlasové vysílání. Požadavek je zde vlastně stejný jako v prvním případě, jen nároky jsou podstatně vyšší. První požadavek, tj. odušení podle I. stupně, nedělá potíže. Přesto je však z neznalosti nebo nedbalosti podceňováno, takže stále jezdí dost vozidel neoddušených. Zájem o odušení a tím i komplikace se dostaví teprve tehdy, chce-li mít motorista ve vozidle přijímač. K tomu je totiž nutné odušovat vůz podle II. stupně.

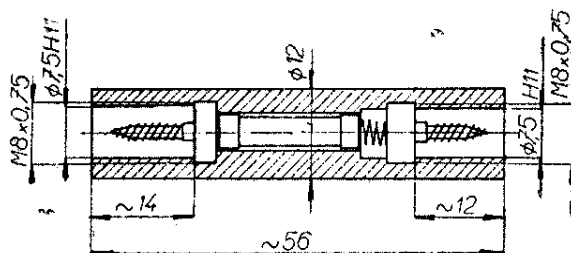
U motorových vozidel a jiných zařízení se spalovacími motory se vyskytuje jiskření hlavně na elektrodách svíček, na rozdělovači, na přerušovači, na komutátoru dynama, na kontaktech samočinného regulátoru, na stěračích a jiných pomocných motorcích. Rušivě působí i nedokonalý styk mezi většími kovovými částmi vozidla.



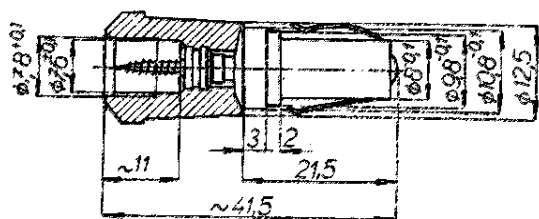
Obr. 115. Kabelová koncovka z termoplastu (typ OK32) pro potlačení rušení na svíčkách

I. stupeň odrušení

Vozidla vyráběná v posledních letech splňují požadavky I. stupně odrušení. Přesto se může různými výměnami součástí při opravách rušivé vyzařování neúměrně zvětšit. Podle doporučení normy je třeba udělat při odušování tato opatření: nejdříve se musí zmenšit rušení způsobované jiskřením na svíčkách, které je nejintenzivnější. K potlačení stačí zařazení tlumicího odporu 5 až 10 k Ω . Odpor má buďto formu odušovací koncovky, nebo je vestavěn přímo v tělese svíčky (u motocyklů). Tlumicí odpor silně zhorší jakost obvodu a vzniklé kmity se rychle utlumí. Odušovací koncovky pro svíčky se vyrábějí v různých tvarech (obr. 115). Odušovací koncovky se používají i u automobilů, kde je vyzařování dále omezeno zakapotováním. U jednostopých vozidel (motocyklů, skútrů a mopedů), u vozidel s nekovovými částmi karosérie a konečně u některých typů vozidel s dvoutakty bez rozdělovače je nutné použít svíčky s vestavěným odušovacím odporem. Odušovací koncovka u jednostopých vozidel většinou nestačí.



Obr. 116. Průchodkový odušovací odpor OK61-10



Obr. 117. Nástrčka do rozdělovače s odporem, typ OK72-1

Druhým nejsilnějším zdrojem rušení je rozdělovač. Toto rušení se opět potlačuje omezovacími odpory 5 až 10 kΩ, které se umísťují co nejblíže k jiskřišti. U starších vozů jsou to průchodkové

odrušovací odpory (obr. 116). V novějších vozech je odpor v nástrčce zasunutý do víčka rozdělovače (obr. 117). U zahraničních vozidel se setkáváme s omezovacími odpory vestavěnými přímo do víčka rozdělovače. Neruší-li rozdělovač příliš intenzívně, stačí odpor jen ve středním vývodu; obvykle je však i v ostatních vývodech. Jinou zvláštností jsou u zahraničních vozů speciální vysokonapěťové kabely. Vyrábějí se jednak s odporovou vnitřní žilou, jednak s vnitřní žilou se zvýšenou indukčností.

Pro informaci uvádím přehled odrušení I. stupně nejběžnějších vozidel:

Motocykly

Typ:	Odrušení:
Čezeta skútr	1 svíčka Pal – 240 R (10 kΩ)
Jawa 175	odrušená svíčka Pal 14 – 8 RZ
Jawa 250	odrušená svíčka Pal 14 – 7 RZ
Jawa 350	2 odrušené svíčky 14 – 7 RZ
Jawa 50 Pionýr	1 svíčka 14 – 7 RZ
Moped S-22	1 svíčka 14 – 7 RZ
Tatran 125	odrušená svíčka Pal 14 – 7 RZ + neodrušená koncovka Tesla NK – 1

Automobily

Typ:	Odrušení:
Škoda Octavia	4 koncovky Tesla OK 10/4 + 5 odruš. nástrček Tesla OK 5/1.
Škoda 1000 MB	4 koncovky Tesla OK 10/4 + 5 nástrček Tesla OK 72-1 + odporové kabely.
Škoda 1201	4 koncovky Tesla OK 10/4 + 1 nástrčka Tesla OK 72-5. Úprava: odstranit odpor OK 10/2 a nahradit jej nástrčkou OK 72-5; nový střední kabel.
Tatra 603	8 koncovek Tesla OK 10/3 s odpory 10 kΩ; v rozdělovači 8+1 odruš. nástrček Tesla OK 72-5.
Fiat 600	4 koncovky Autovox SC 11 + 1 koncovka SU 16 u středního vývodu rozdělovače.
Ford Cortina	Odporové kabely (Lucas) + odporový uhlík v rozdělovači.

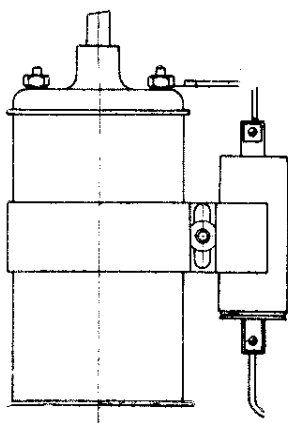
Moskvič 407	4 odporové odrušovací koncovky 10 k Ω na svíčkách a odporový uhlík 10 k Ω v rozdělovači.
Poběda M 20	4 koncovky Tesla OK 10/1 + 5 nástrček Tesla OK 72-5. Úprava: odstranit odpor Tesla OK 10/2, namontovat 5 nástrček Tesla OK 72-5, nový střední kabel a upravit víčko rozdělovače.
Renault R 16	Souprava indukčních kabelů Bougicord 420 RTF 121.
Trabant 601	2 stíněné koncovky typ 88.25.1/1 + 2 odpory RFT 0,4/2518ZEM (hmotový keramický odpor asi 8 k Ω).
Wartburg 311	Původní tři stíněné odrušovací koncovky lze nahradit třemi svíčkami PAL 18 - 7 RZ (malá životnost svíček z NDR).

II. stupeň odrušení

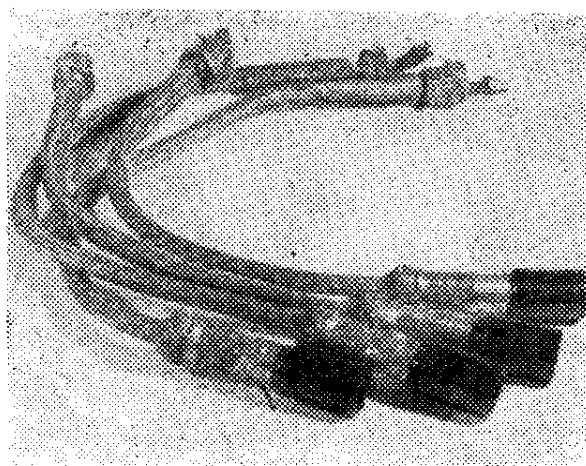
Vozidla s vestavěným autopřijímačem vyžadují podstatně složitější odrušení. Výrobci automobilů předepisuje norma jen odrušení I. stupně. Pro II. stupeň odrušení nejsou u nás ani dostupné vhodné odrušovací prvky. Často stojí motorista před otázkou, jaký přijímač do vozu namontovat k trvalému používání. Zásadně doporučuji jen speciálně konstruovaný autopřijímač. Bohužel – na trhu v současné době žádný není. Velmi rozšířené používání tranzistorových přijímačů od kapesních po kabelkové se bez dodatečných úprav neosvědčilo. Většina těchto přijímačů má feritovou anténu, která je vůči vnějšímu elektromagnetickému poli stíněna karosérií vozu. Rušivé pulsy (zejména ze zapalování) mají účinnější elektrickou složku, přesto se však na vstup přijímače dostanou v relativně velké úrovni. Zvláště silně se to projeví, je-li přijímač položen těsně ke karosérii. Výrobci kabelkových přijímačů určených pro automobily (Hitachi) to řeší tím, že při zasunutí do pouzdra trvale namontovaného ve voze se feritová anténa odpojí a místo ní se připojí vstupní obvody s obvyklými cívkami. Signál se přivádí z nerušeného prostoru prutovou anténou. Přesto však i zde můžeme pozorovat rušení, protože skříňky těchto přijímačů nejsou stíněny. Máme-li větší kabelkový přijímač a chceme jej ve voze používat, musíme udělat několik úprav. Nejdříve namontujeme prutovou anténu,

jejíž přívod však musí být zásadně ze stíněného vodiče. Použijeme k tomu buďto obyčejný souosý kabel, nebo – což je ještě lepší – vytáhneme vnitřní žílu a nahradíme ji co nejtenčím vodičem (malá kapacita). Pro skříňku přijímače doporučuji kovový držák, jehož hlavním úkolem je dokonalé stínění. Pokud přijímač nemá zdířku pro autoanténu, navineme na volný konec feritové antény asi 12 závitů drátu o \varnothing 0,3 mm CuP a vyvedeme ji na dodatečně vestavěný anténní konektor. Druhý konec vinutí spojíme se zemí. Vnější pól konektoru připojíme ke kostře vozu. Bohužel – i po této úpravě (dokonce i u originálních autopřijímačů) se může rušení ještě dost výrazně projevovat. Pak nezbyvá nic jiného, než pokračovat v úpravách na voze. Šíření rušivých pulsů ze zapalovacího systému přes zapalovací cívku do instalace vozu potlačíme zařazením průchodkového odrušovacího kondenzátoru 0,5 μ F až 1 μ F k primáru zapalovací cívky podle obr. 118. Pokud to nestačí, zařadíme ještě cívku o indukčnosti asi 10 mH, navinutou drátem o \varnothing 1 mm CuP. V některých vozech je třeba vložit průchodkový kondenzátor i do druhé svorky zapalovací cívky, která je uzemněna (příliš dlouhý vodič k uzemňovacímu bodu). Ruší-li i dynamo, stačí většinou průchodkový kondenzátor do živého přívodu, upevněný přímo na něm.

Posledním a nejnáročnějším krokem, který můžeme udělat, je pokus o odstínění celého zapalovacího systému. Rozhodne-



Obr. 118. Průchodkový odrušovací kondenzátor na zapalovací cívice



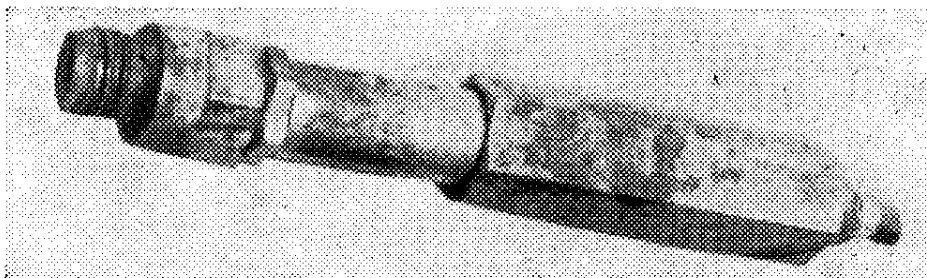
Obr. 119. Stíněné zapalovací kabely

me se k němu tehdy, jestliže jsme udělali všechna dosud popsaná opatření a přesto ještě nejsme plně spokojeni. Protože zatím u nás ještě není dostupný továrně vyráběný stíněný zapalovací systém, musíme jej improvizovat. Zapalovací kabely včetně konců nástrček na svíčky potáhneme stínícím pláštěm, jak je vidět na obr. 119. Lze doporučit i kovové víčko (kryt) na rozdělovač, na které konce stínění připájíme. Podaří-li se nám obstarat stíněné svíčky nebo alespoň stíněné koncovky, bude výsledek mnohem lepší. Stíněná svíčka je na obr. 120. Stínění kabelů spojíme s kostrou vozu. Protože se tím zvětší kapacita vnitřních vodičů, zmenší se napětí pro zapalování, takže budeme muset vyřadit odpory. Rozebereme koncovku a odpor zkratujeme připájením vodiče. Zmenší-li se přesto vysoké napětí tak, že motor neochotně startuje nebo dochází u nekvalitních kabelů k průrazům z žíly na stínění, zvolíme jiné řešení: opatříme si hadici ke kompresoru s takovým vnitřním průměrem, aby jím šly zapalovací kabely těsně protáhnout. Kovové opředení použijeme

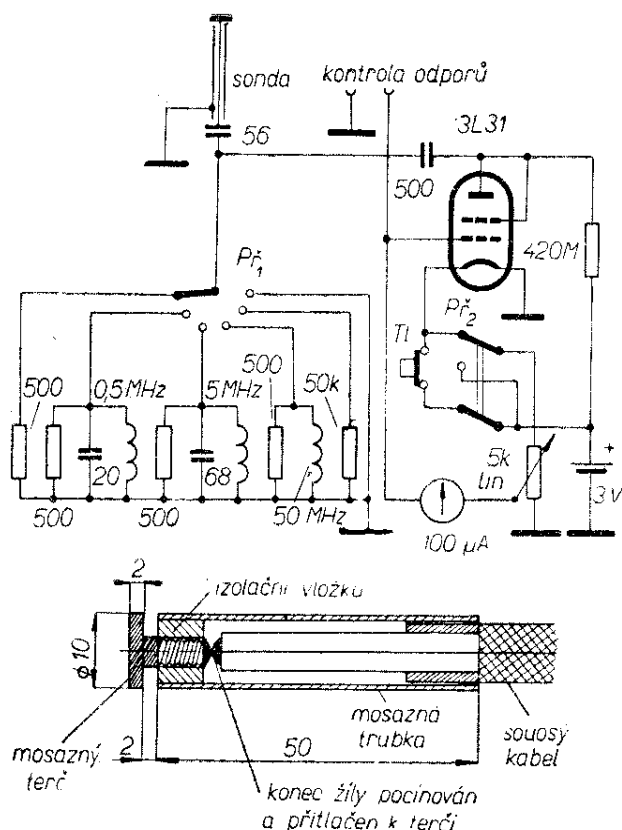
jako stínění. Odstínění zapalovacího systému je sice náročné, přináší však vynikající výsledky. Také regulátor bývá zdrojem poruch, které se projeví teprve tehdy, je-li dobře potlačeno rušení od zapalování. Odstraňuje se průchodkovými kondenzátory 0,5 až 1 μF v přívodu od regulátoru k baterii a ke kontrolní žárovce. Kondenzátory zařazujeme těsně k regulátoru. V žádném případě nesmí být zařazen kondenzátor větší než 10 nF do přívodu od regulátoru k buzení dynama (životnost kontaktů regulátoru). V nouzi zařadíme do série tlumivky asi 50 μH .

Abychom odstranili rušení vznikající nedokonalým spojením velkých mechanických celků, propojujeme všechny díly měděným páskem (motor a podvozek, řídicí sloupek, výfukové potrubí, tlumič výfuku atd.).

Závěrem této kapitoly ještě schéma jednoduchého přístroje ke kontrole rušení od zapalovacího systému motorových vozidel. Lze jím určit, je-li vozidlo odrušeno podle I. stupně. Kromě toho umožňuje rychle poznat, která svíčka není odrušena



Obr. 120. Speciální stíněná svíčka



Obr. 121. Indikátor rušení od zapalování motorových vozidel

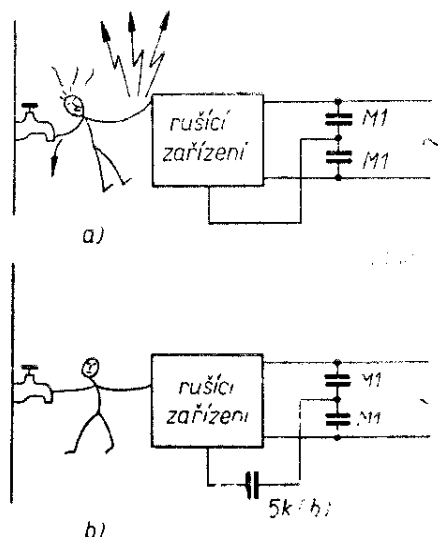
První poloha přepínače $Př_1$ – aperiodický vstup, dále 0,5 MHz, 6 MHz, 50 MHz, aperiodický 50 kΩ, vstup zkratován. $Př_2$ – přepínač funkce: měření rušení – ohmmetr ke kontrole svíček a koncovek. Tl – tlačítko pro nažhavení při měření rušení. Velikost indukčnosti vyplývá z daných údajů pro kmitočet a kapacitu. Doporučuje se použít složitější přepínač a ostatní polohy přepínače kromě používané zkratovat.

a na kterém vodiči je největší úroveň rušivého napětí. Na obr. 121 je schéma přístroje, na obr. 122 (na 3. str. obálky) jeho celkový vzhled. Ve druhé poloze přepínače $Př_2$ můžeme přístrojem překontrolovat svíčky (velikost odporu). Měří se mřížkový proud, přičemž jeho závislost na úrovni rušení je přibližně logaritmická.

Bezpečnost při odrušování

Při odrušování elektrických přístrojů a zařízení se klade velký důraz na bezpečnost. Nesprávným zapojením odrušovacích prostředků může vzniknout nebezpečí požáru i úrazu nebo alespoň ohrožení funkce zařízení. Než odrušovací prostředky definitivně zamontujeme do přístroje,

musíme znovu zkontrolovat zapojení a provedení s ohledem na bezpečnost. Platí to dvojnásob tehdy, používá-li potom zařízení laik. Bezpečnost ani funkce zařízení nesmí být zapojenými odrušovacími prostředky ovlivněny. V některých zapojeních může průraz kondenzátoru tepelně poškodit zařízení. Proto musíme do série s kondenzátorem zapojit příslušně dimenzovanou tavnou pojistku. V sortimentu odrušovacích kondenzátorů Tesla mají některé typy pojistky společně se svítkem v krabici. Také velikost kapacity odrušovacích kondenzátorů nemůžeme volit libovolně, i když po stránce účinnosti by to bylo prospěšné. Týká se to hlavně tzv. bezpečnostních kondenzátorů a zvláště těch, které slouží k potlačení nesouměrné složky rušení a zapojují se na kostru přístrojů. Jejich velikost je omezena proudem unikajícím do kostry zařízení. Kapacitu bezpečnostního kondenzátoru musíme v praxi volit menší než vypočtenou. K velikosti unikajícího proudu totiž ještě přispívá svod vinutí apod. Bezpečnostní kondenzátor musí být zkoušen na napětí 2 000 V \approx . Nelze tedy používat běžné radiotechnické kondenzátory. ČSN 342860 předpisuje největší proudy, které mohou procházet bezpečnostními kondenzátory $C(b)$ nebo zvláště bezpečnostními kondenzátory $C(zb)$. Maximální kapacity jsou v μF pro jmenovité napětí 220 V, $f = 50$ Hz. Přehled podle normy je v tab.



Obr. 123. Zapojení odrušovacích prostředků u zdroje rušení: a) špatně, b) správně

Tab. 9. – Největší proudy, které smějí procházet bezpečnostními a zvláště bezpečnostními kondenzátory

Čís.	Způsob ochrany před dotykem	Stroje, přístroje, zařízení	
		nepřenosné, trvale zapojené	přenosné s pohyblivým příívodem a přístroje pro oba druhy provozu
1.	Nemající ochranu podle č. 2, 3, 4	$I_u = 0,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,006 \mu\text{F}$	$I_u = 0,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,006 \mu\text{F}$
2.	S uzemněním nebo chrániči	$I_u = 3,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,05 \mu\text{F}$	$I_u = 0,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,006 \mu\text{F}$
3.	S ochranným izolačním obalem nebo s přidavnou izolací	$I_u = 3,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,05 \mu\text{F}$ (je-li kondenzátor připojen na vnitřní kryt izolovaný proti dotyku)	$I_u = 3,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,05 \mu\text{F}$ (je-li kondenzátor připojen na vnitřní kryt izolovaný proti dotyku)
4.	S nulováním	I_u neomezen, není-li stanoven v normě pro příslušné zařízení	$I_u = 0,5 \text{ mA}$ $C(b), C(zb) = 0,006 \mu\text{F}$

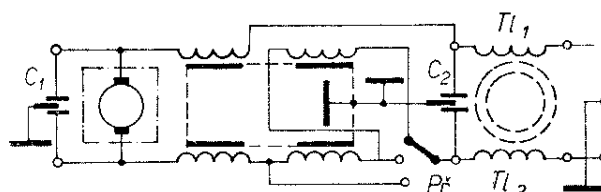
Maximální jmenovité kapacity jsou udány pro jmenovité napětí 220 V/50 Hz. Při dodatečném odrušování zařízení, která jsou již v provozu, je přípustný unikající proud 1 mA (místo 0,5 mA). $C(b)$ a $C(zb) = 0,01 \mu\text{F}$.

9. Názorný příklad správného a špatného odrušení je na obr. 123. Zvláště bezpečnostní kondenzátory se používají u ručního nářadí a zařízení pracujících ve vlhku. Odrušovací kondenzátory se zapojují až za síťový spínač. Nevybije-li se v dostatečně krátké době kondenzátor přes vnitřní odpor zařízení, musí být přemostěn vybíjecím odporem. U zařízení s dvojitou izolací se odrušovací kondenzátory nesmějí připojovat na vnější obal. Unikající proud u zařízení s nulovým vodičem lze informativně změřit např. zařazením Avometu do nulového vodiče.

Schéma odrušení finálních výrobků

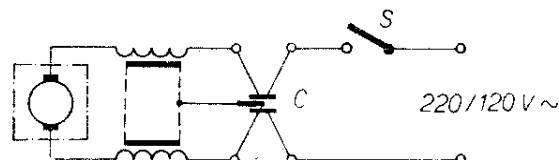
Zapojení odrušovacích prostředků v přístrojích a zařízeních, s nimiž amatér přijde do styku, poslouží jako vzor při dodatečném odrušování podobných, hlavně starších zařízení, vyráběných bez odrušení. V domácnostech se ještě stále najde mnoho přístrojů, které silně ruší (např. švédské vysavače z doby dávno minulé). Ke schémátům (obr. 124 až 133) je třeba jen dodat, že k úplné definici musíme ještě znát rozmístění odrušovacích prostředků a délku přívodů, což však ze schématu nelze zjistit. Zapojení a použití odrušovacích prostředků u jednoho typu přístroje, kte-

rý se vyrábí několik let, se postupně mění, neboť zlepšující se technologie dovoluje odrušení zjednodušovat. I odrušovací prostředky prodělávají vývoj. Výrobek stej-



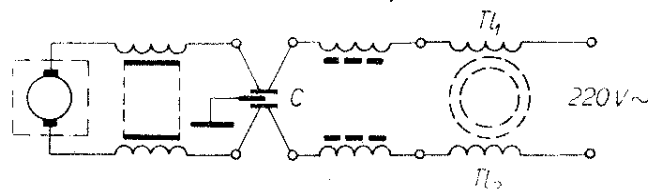
Obr. 124. Odrušení šlehače Combi, typ 435

$C_{1,2}$ – odrušovací kondenzátor WK 71925 (20 nF + 2 × 2,5 nF), $TL_{1,2}$ – toroidní tlumivka 2 × 10 mH
 $Př$ – přepínač rychlosti



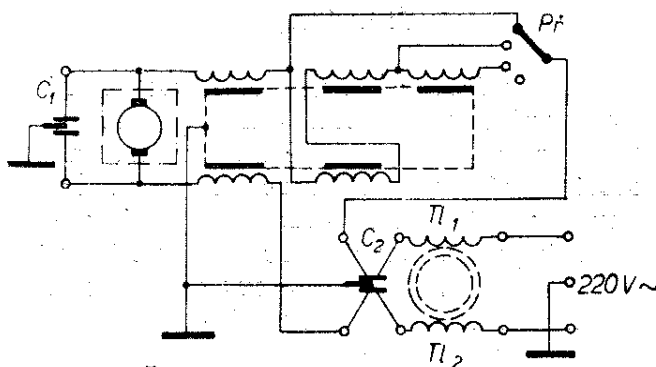
Obr. 125. Odrušení vysavačů Jupiter, Standard, Tigr 808, ETA 406

C – širokopásmový filtr WK 72421 (0,1 μF + 2 × 2,5 nF)



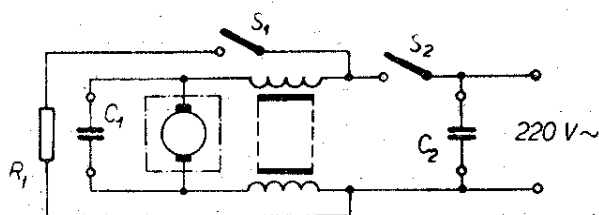
Obr. 126. Odrušení pračky ROMO Standard

C – WK 72422 (0,1 μF + 2 × 2,5 nF + 2 × 10 μH),
 $TL_{1,2}$ – tlumivka 2 × 10 mH



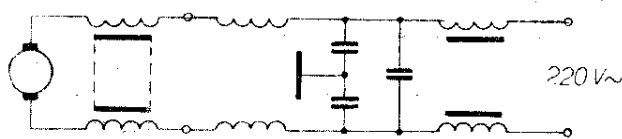
Obr. 127. Odrušení kuchyňské panelové jednotky typ 020

C_1 – kondenzátor WK 71925 ($20 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$),
 C_2 – širokopásmový kondenzátor WK 72421 ($0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$),
 $T_{1,2}$ – toroidní tlumivka $2 \times 4 \text{ mH}$,
 P_1 – přepínač rychlostí



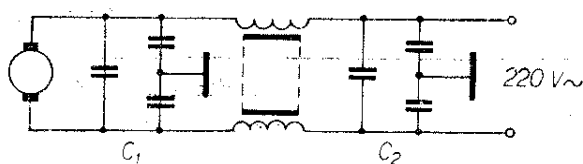
Obr. 128. Odrušení vysoušeče vlasů EM 521

R_t – topná spirála, $S_{1,2}$ – spínač, C_1 – keramický kondenzátor $4,7 \text{ nF}$, C_2 – keramický kondenzátor 15 nF



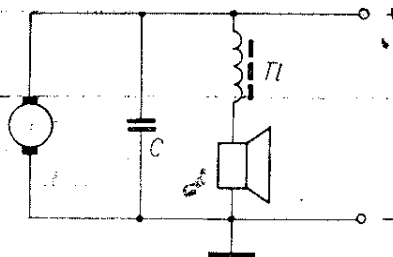
Obr. 129. Odrušení odstředivky Běla

Filtr $2 \times 12 \mu\text{H} + 0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ mH}$



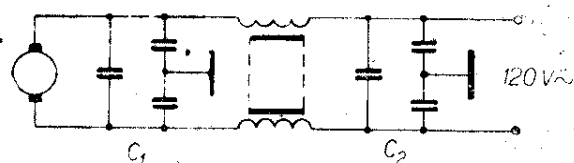
Obr. 130. Odrušení šlehače 041

$C_{1,2}$ – kondenzátor WK 71925 ($20 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$)



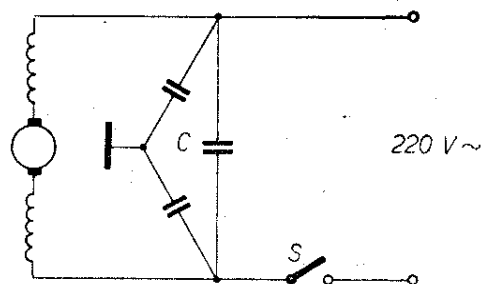
Obr. 131. Odrušení hraček

C – keramický kondenzátor 1 nF , Tl – tlumivka $10 \mu\text{H}$



Obr. 132. Odrušení mixéru ETA MIRA typ 011

C_1 – kondenzátor WK 71925 ($20 \text{ nF} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$)
 C_2 – kondenzátor WK 72421 ($0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$)



Obr. 133. Odrušení nůžek na plech EN 020D

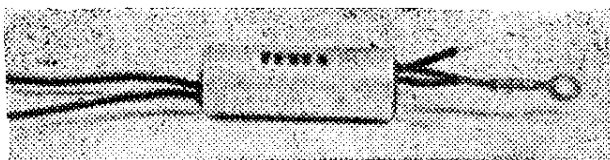
C – kondenzátor WK 72421 ($0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5 \text{ nF}$).
 Uhlíky mají označení EK63

ného označení (např. vysoušeč EM521) vystřídá několik odrušení. V přehledu však uvádím vždy jen jeden způsob.

Odrušovací prostředky

Kondenzátory

Kondenzátor určený k odrušování má mít co nejmenší impedanci v celém pásmu kmitočtů, v němž požadujeme odrušení. Každý odrušovací kondenzátor je sériovou kombinací kapacity, indukčnosti a odporu. Je to tedy rezonanční obvod. Nejvhodnější velikost odrušovací kapacity závisí na velikosti vlastní indukčnosti, na kmitočtovém pásmu a na délce přívodů. Zásadně se snažíme o co nejkratší přívody. Požadujeme-li maximální odrušení v pásmu DV a SV, použijeme velké kapacity – až $2 \mu\text{F}$ (samozřejmě s ohledem na bezpečnost). V praxi se volí nejvýše $0,2$ až $0,5 \mu\text{F}$. Do 30 MHz jsou optimální kapacity 5 nF až $0,1 \mu\text{F}$. V televizních pásmech se doporučuje používat keramické kondenzátory (širokopásmové). Malé impedance v širokém kmitočtovém pásmu se také dosáhne paralelním spojením několika kondenzátorů různé velikosti. Může zde však dojít k výrazným pa-





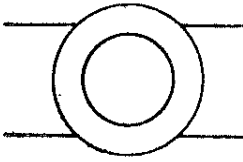
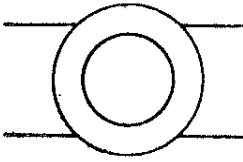

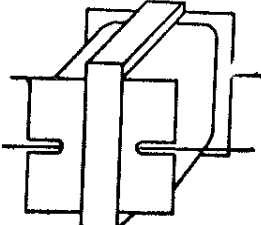
Obr. 134. Širokopásmový kondenzátor TC 240 z nové řady Tesla

ralelním rezonancím na kmitočtech, které leží mezi sériovými rezonancemi jednotlivých kondenzátorů. Odrušovací prostředky (kromě keramických kondenzátorů) vyrábí Tesla Lanškroun. Uvádím přehled nejčastěji používaných typů, a to i těch, které se už nevyrábějí. V současné době má Tesla Lanškroun připravenou novou řadu moderních odrušovacích kondenzátorů, protože některé typy asfaltem zalévaných kondenzátorů mají velkou poruchovost. Na obr. 134 je širokopásmový kondenzátor TC 240 ($0,1 \mu\text{F} + 2 \times 2,5 \text{nF}$) z nové řady. Svitek je v kovovém pouzdře zalit epoxidovou pryskyřicí. Perspektivními odrušovacími kondenzátory se zdají být keramické typy, které vyrábí Tesla Hradec Králové.

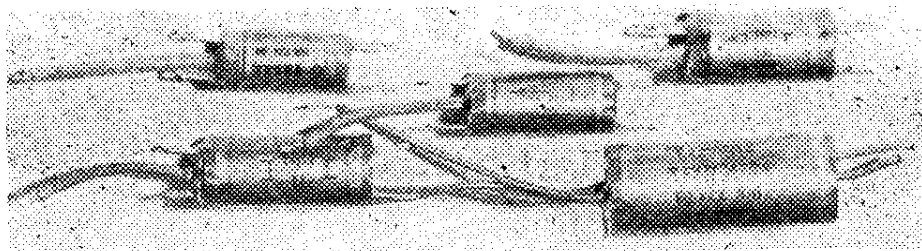
Tlumičky

Používají se tehdy, není-li potlačení kondenzátory dostatečné. Zapojují se do proudových obvodů a proto se musí na protékající proud dimenzovat. Tlumičky jsou dost nákladnou součástí a v sériově vyráběných zařízeních se používají jen výjimečně. Pro rušivé proudy mají mít maximální impedanci a současně na nich musí být malý úbytek napájecího napětí. Tlumička je opět sériovou kombinací indukčnosti, kapacity a odporu. Tlumičky slouží především k potlačení nesymetrické složky rušení. Protože nesymetrické proudy protékají oběma přívody, používají se tlumičky dvě. Pro nesymetrické proudy jsou zapojeny paralelně, pro symetrické v sérii. Při vzájemné vazbě obou tlumivek se zlepšuje odrušovací účinek pro nesymetrickou složku. Optimální vazba je pro činitel vazby $k = 0,6$. V I. TV pásmu se odrušuje cívkami o indukčnosti 5 až $12 \mu\text{H}$. Na DV a SV by tlumičky vycházely velmi rozměrné. Zmenšení lze dosáhnout použitím feritových jader. Nejčas-

Tab. 10. – Odrušovací tlumičky Tesla

Typ	Indukčnost	Max. proud	Tvar	Poznámka
WF 60706	$12 \mu\text{H}$	2,5 A		Navinuto na ferit. tyčince o $\varnothing 3 \text{ mm}$
WF 60710	$2 \times 10 \mu\text{H}$	4 A		Navinuto na ferit. tyčince o $\varnothing 6 \text{ mm}$
TI 100 01 TI 100 02	$2,5 \div 10 \text{ mH}$	2,2 A 1,6 A		Feritové toroidní jádro
TI 10001.1 TI 10002.1	$2,5 \div 10 \text{ mH}$	2,2 A 1,6 A		Feritové toroidní jádro; cívka zastříknuta do plast. hmoty
WN 68200	$2 \times 2,5 \text{ mH}$	1,2 A		
WN 68201	$2 \times 2,5 \text{ mH}$	1 A		Feritové jádro 2 E spojeno epoxidovou pryskyřicí
WN 68204	$2 \times 2,5 \text{ mH}$	4 A		
WN 68208	$2 \times 6,3 \text{ mH}$	4 A		
WN 68055	$2 \times 2,5 \text{ mH}$	8 A		

Obr. 135. Epoxidové
odrušovací konden-
zátory Tesla



těji používané tlumivky Tesla jsou uspořádány v tabulce 10.

Kondenzátory zalévané asfaltem

Jsou to kondenzátory kombinované s bezpečnostními pro odrušení nesymetrické a symetrické složky rušivého napětí. Mají papírové dielektrikum. Jsou zality v trubičkách PVC asfaltem. Vývody tvoří izolovaná měděná lanka. Bezpečnostní kondenzátor je označen (b) a jeho vývod

je zelený. Ostatní vývody jsou označeny vždy stejnou barvou kromě zelené, šedé a bílé. Maximální provozní napětí je $250\text{ V} \approx 50\text{ Hz}$. Není u nich kompenzována vlastní indukčnost a kmitočtový rozsah je malý. Vyznačují se velkou poruchovostí, zejména častými průrazy. Kromě filtru typu WK 72421 se s nimi setkáváme jen ve starších zařízeních. Přehled asfaltem zalévaných kondenzátorů je v tab. 11.

Tab. 11. Asfaltové odrušovací kondenzátory

Typ	Kapacita	Prov. napětí	Zapojení	Tvar
TC 11004	50k + 5k (b)	250 V~		
TC 11007	20k + 2 x 2k5 (b)	250 V~		
TC 11007	20k + 2 x 2k5 (zb)	250 V~		
TC 11015	M1 + 2 x 2k5 (b)	250 V~		
TC 11104	M1	250 V~		
WK 72481	5k + 2 x 2k5 (b)	250 V~ 1,8 A		
WK 72421	M1 + 2 x 2k5 (b)	250 V 2,5 A		
WK 72422	M1 + 2 x 2k5 (b) + + 2 x 12 μH	250 V~ 2,5 A		
WK 72423	M1 + 2 x 2k5 (zb) + + 2 x 12 μH	250 V~ 2,5 A		

Krabicové odrušovací kondenzátory

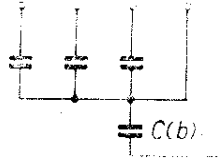
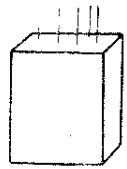
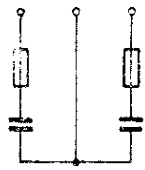
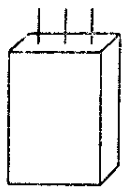
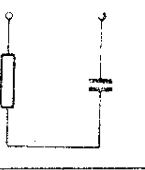
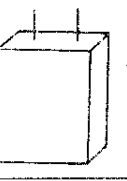
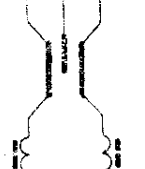

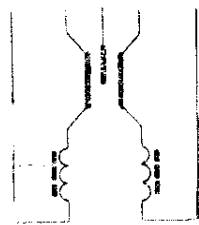
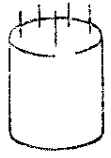
Svitky jsou vinuty jako u ostatních fóliových kondenzátorů s papírovým dielektrikem a jsou zality v krabicích. Vývody jsou z měděného izolovaného lanka. Vývod bezpečnostního konden-

zátoru je zelený, pomocný nulový vodič šedý. Ostatní vývody mají vždy stejnou barvu. Nepoužívá se však šedá, zelená a bílá. Krabicové odrušovací kondenzátory jsou vhodné k odrušení výbojkových usměrňovačů, stejnosměrných strojů, kontaktů, regulátorů apod. O odrušova-

cím účinku platí totéž co u kondenzátorů zalévaných asfaltem. Typové označení

jmenovité kapacity a zapojení nejběžnějších typů je v tab. 12.

Tab. 12. – Krabicové odrušovací kondenzátory

Typ	Kapacita	Prov. napětí	Zapojení	Tvar
TC 111011	$3 \times M1 + 5k(b)$	250 V/380 V%		
TC 11102	$2 \times 1M + 2 \text{ poj. } 4 A$	400 V = 125 V~		
TC 11103	$2 \times 2M + 2 \text{ poj. } 4 A$	400 V = 125 V~		
TC 11105	$50k + 50 \Omega$	380 V~		
TC 11108	$M1 + 50 \Omega$	380 V~		
TC 11109	$M1 + 20 \Omega$	380 V~		
WK 05003	$M1 + 2 \times 2k5(b) + 2 \times 2,5 mH$	250 V ~ 1,6 A		

Epoxidové kondenzátory

Epoxidové kondenzátory mají papírové dielektrikum a celý kondenzátor je zalit epoxidovou pryskyřicí. Jde vesměs o kombinované kondenzátory, které potlačují symetrickou i nesymetrickou složku. Nejdůležitější vlastností je jejich širokopásmovost. Proud prochází do spotřebiče po celé délce polepu, proto se musí respektovat i příkon zařízení. Zalitím do epoxidové pryskyřice získávají kondenzátory další výhodné vlastnosti, jako je velký rozsah pracovních teplot (-40°C až $+100^\circ\text{C}$) a dlouhodobá časová stálost. Nová řada odrušovacích kondenzátorů se vyrábí podobnou technologií. Přehled je v tab. 13.

Zastříknuté kondenzátory

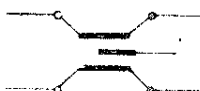
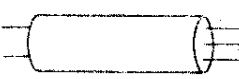
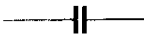

Jsou to kombinované kondenzátory, skládané z bezpečnostních kondenzátorů

pro odrušení nesymetrické složky (ze síťových přívodů na kostru) a symetrické složky (paralelně k síťovým přívodům). Mají papírové dielektrikum a jsou zastříknuty do termoplastické hmoty. Vývody jsou z holého měděného pocínovaného drátu, popřípadě z měděného lanka. Není potlačena vlastní indukčnost a odrušovací účinek v širokém kmitočtovém pásmu je dán délkou přívodů. Kondenzátory se dají vhodně kombinovat s tlumivkami. Přehled je v tab. 14.

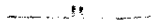
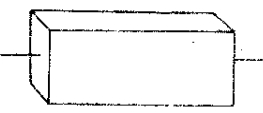


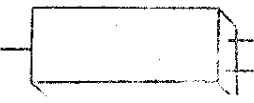
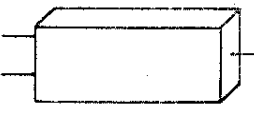
Těsné kondenzátory

Svitky jsou vinuty s papírovým dielektrikem. Jsou uzavřeny v dokonale těsném pocínovaném pouzdře. Vývody procházejí skleněnými průchodkami. Používají se k potlačení nesymetrické i symetrické složky rušení do napětí $250 \text{ V} \approx$. Odrušuje se s nimi za těžkých podmínek (tropy, podtlak). Přehled je v tab. 15.


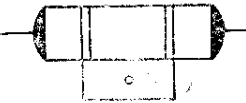
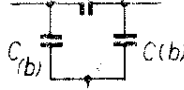
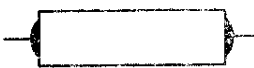
Tab. 13. – Odrušovací epoxydové kondenzátory

Typ	Kapacita	Prov. napětí Proud	Zapojení	Tvar
WK 72485	20k + 2 × 2k5	250 V~ 4 A		
WK 72486	50k + 2 × 2k5	250 V~ 4A		
WK 72487	M1 + 2 × 2k5	250 V~ 4A		
WK 72488	M25 + 2 × 2k5	250 V~ 4A		
WK 72489	50k + 2 × 1k25	250 V~ A 4		
WK 72490	20k + 2 × 2k5	250 V~ 10 A		
WK 72491	50k + 2 × 2k5	250 V~ 10 A		
WK 72492	M1 + 2 × 2k5	250 V~ 10 A		
WK 72493	M25 + 2 × 2k5	250 V~ 10 A		
WK 72494	50k + 2 × 1k25	250 V~ 10 A		
WK 72495	50k	250 V~		

Tab. 14. – Zastříknuté odrušovací kondenzátory

Typ	Kapacita	Prov. napětí	Zapojení	Tvar
WK 71922	5k(b)	250 V~		
WK 72499	5k(b)	250 V~		
WK 71940	M1	250 V~		
WK 71920	2 × 2k(b)	250 V~		
WK 71923	2k + 5k(b)	250 V~		
WK 71921	20k + 2 × 2k5(b)	250 V~		
WK 71924	20k + 2 × 2k5(b)	250 V~		
WK 71925	20k + 2 × 2k5(b)	250 V~		

Tab. 15. – Odrušovací těsné kondenzátory

Typ	Kapacita	Prov. napětí	Zapojení	Tvar
WK 71331	2k5(b)	250 V~		
WK 71331	2k5(zb)	250 V~		
WK 72339	20k + 2 × 2k5	250 V~		



Průchodkové kondenzátory s kroužkem k zalisování

Technologie výroby je podobná jako u těsných kondenzátorů. Používají se

k potlačení nesymetrické složky rušení. Jeden pól kondenzátoru je připojen na kovové pouzdro, druhý na průchozí vodič.

Odrušení s nimi je velmi účinné. Přehled je v tab. 16.

Tab. 16. – Průchodkové odrušovací kondenzátory s kroužkem k zalisování

Typ	Kapacita	Prov. napětí	Zapojen	Tvar
WK 71300	M1	250 V = 10 A		
WK 71301	50k	500 V = 10 A		
WK 71302	M1	500 V = 10 A		
WK 71303	50k	1 200 V = 10 A		
WK 71321	50k	1 000 V = 10 A		

Keramické odrušovací kondenzátory

1. Typ TK 358, hmota Permitt 6 000, trubkové s drátovými vývody, provozní napětí 350 V =, 250 V ≈, zkuš. napětí 1 050 V =.

Hodnoty: 2k2, 3k3, 4k7, 10k, 22k.

2. Typ 4 TK 343, hmota Permitt 2 000, trubkové s drátovými vývody, provozní napětí 350 V =, 250 V ≈, zkuš. napětí 1 050 V =, se zvýšenou klimatickou odolností.

Hodnoty: 1k, 2k2, 4k7, 6k8.

3. Typ TK 343, hmota Permitt 2 000, trubkové, drátové vývody, provozní napětí 350 V =, 250 V ≈, zkuš. napětí 1 050 V =.

Hodnoty: 1k, 2k2, 4k7, 6k8.

4. Typ WK 95010, bezpečnostní kondenzátory, hmota Permitt 2 000, trubkové s drátovými vývody, provozní napětí 250 V ≈, zkuš. napětí 2 250 V =.

Hodnoty: 330, 390, 470, 560, 680, 820, 1k, 1k2, 1k5, 1k8.

Literatura:

[1] Reck, T.: Funk - Entstörung im Amateurfunk. Berlin: Deutscher Militärverlag 1966.

[2] Všeobecné pokyny o odrušování. Překlad z anglického originálu „General Aspects of Radio Interference Suppression“. Vyd. The Institution of Electrical Engineers and the British Standard Institution, London. Překlad VÚS.

[3] Mitteilungen für den Funkenstörungsdienst. Vydává Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt, Berlin.

[4] Korbell, J., Jiroušek, E.: Čo má vedieť televízny divák. Bratislava: Práca 1963.

[5] Kneller, U. A., Krukovec, F. J., Fetter, N. N.: Industrialnye poměchy na ekranach televizorov. Moskva: Svjazizdat 1962.

[6] Sborník přednášek z I. semináře o odrušování elektrických strojů. Brno: ČSVTS, krajská sekce pro elektrotechniku 1961.

[7] Čacký, V., Čuchna, N., Huber, J.: Úpravy televizních přijímačů. Praha: SNTL 1967.

[8] Pozor na chybný údaj reflektometru. AR 6/66, str. 16.

[9] Jak proti TVI u VKV vysílačů. AR 5/65, str. 25.

[10] Jak jsme odrušovali vysílač. AR 8/58, str. 249.

[11] Šíma, J.: Rušení televize amatérským vysíláním. AR 8/57, str. 247, AR 9/57, str. 277, AR 10/57, str. 307.

[12] Ljutov, S. A.: Průmyslová rušení radioelektrického příjmu a boj proti nim. Praha: Ediční a propagační středisko spojů 1960.

[13] Rušení televize vysílači. Zpráva Výzkumného ústavu spojů. Zpracovatel: ing. Tomáš Dvořák.

[14] Měření filtru pro televizor. Zpráva Výzkumného ústavu spojů. Zpracovatel: ing. Tomáš Dvořák.

[15] Příslušné čs. normy.

CO CHCETE MÍT V RADIOVÉM KONSTRUKTÉRU?

S touto otázkou jsme se ve 3. čísle RK obrátili ke všem svým čtenářům, abychom poznali jejich zájmy a přání, co by v tomto časopise chtěli v dalších číslech najít. Vyplněné anketní lístky poslalo ve stanoveném termínu 2631 čtenářů ze všech koutů republiky i ze zahraničí. Svůj zájem o jednotlivá témata rozdělili takto (číslíky za názvem označují počet účastníků ankety, kteří o dané téma projevíli zájem):

	Čtenářů
28. Zajímavá nová zapojení	2 057
5. Nová zapojení s tranzistory	2 029
7. Univerzální měřicí přístroj	1 796
17. Amatérský osciloskop a jeho použití	1 754
1. Antény (pro rozhlas, televizi i amatérské vysílání)	1 747
19. Gramofony a zesilovače	1 508
24. Hudební skříně a zesilovače pro věrnou reprodukci	1 483
15. Zkušenosti z dílenské praxe	1 425
18. Zdroje ze sítě a baterií (měniče)	1 420
25. Povrchové úpravy materiálů	1 323
13. Vybavení mechanické dílny amatéra	1 302
27. Výroba plošných spojů	1 288
3. Vysílací technika pro začátečníky	1 221
14. Přístroj k zaznamenávání telefonních hovorů v nepřítomnosti	1 184
11. Vysílač-přijímač pro amatérská KV pásma	1 182
12. Integrované obvody v amatérské praxi	1 180
6. Zapojení s tranzistory typu FET	1 144
9. Amatérská pojítka	1 064
20. Ochranná zařízení	1 042
26. Barevná televize	1 037
4. Amatérský televizor	1 003
22. Amatérské mikrofony	983
23. Tlačítkový telefon	840
10. Zesilovací zařízení pro beatové skupiny	816
21. Přenos signálů světelným spektrem	796
2. Základy počítačové techniky	764
16. Vyučovací stroje	508
8. Zařízení pro hon na lišku	327

Děkujeme všem účastníkům ankety i za další náměty a připomínky, které napsali v přiložených dopisech. A podle slibu posíláme po pěkné knize těmto dvaceti vylosovaným účastníkům:

Ant. ŽEHRAVÍK, kpt. Jaroše 427, Tovačov, okr. Přerov,
 Frant. SOJKA, Březová 185, okr. Sokolov,
 Jan ČAVARGA, Národní tr. 95, Košice,
 Jar. JEČMEN, Malá Víska č. 3, okr. Beroun,
 Karel HRABÝ, Na baště 55, Sušice, okr. Klatovy,
 Frant. DUMPÍK, Čs. armády 2, Brno,
 Lenka DRŠKOVÁ, Jilemnického 5, Martin,
 Jar. ULMAN, Letecká 1007, Hr. Králové II,
 Josef MACH, Přlátná 9, Praha I,
 Viktor JAROSCH, Polní 2, Kravaře I, okr. Opava,
 Frant. FOJT, Doubravice n. Svit. 314, okr. Blansko,
 Ant. PAVELKA, Lidečko 157, p. Horní Lideč,
 Boh. DUBAJ, Dolná 395, Bratislava IX,
 Rud. KRAUS, Tř. ČSSP 2, Cheb,
 Roman HAUSKA, Gottwaldova 59, Brno,
 Karel NOVÁK, Budovatelská 805, Lovosice,
 Viktor KUBÁNEK, Na okraji 37/324, Praha 6 - Petřiny,
 Václav SEDLÁČEK, Všetaty 316, okr. Mělník,
 Old. PANÁČEK, Bratislavská 5/5, Břeclav,
 Jar. ZAHRADNÍK, Vel. Týnec 3 u Olomouce.

RADIOVÝ KONSTRUKTÉR

— vydává Vydavatelství časopisů MNO, n. p., Praha 1. Vladislavova 26, telefon 234355—7. ● Šéfredaktor ing. František Smolík, zástupce Lubomír Březina ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 223630 ● Redakční rada: K. Bartoš, ing. J. Čermák, K. Donát, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradský, ing. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, K. Novák, ing. O. Petráček, dr. J. Petránek, K. Pytner, ing. J. Vackář, J. Ženíšek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,— Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO — administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí, vyřizuje PNS — vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohlédací pošta Praha 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01 Na valech 1, Praha — Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou. ● Toto číslo vyšlo 20. října 1968

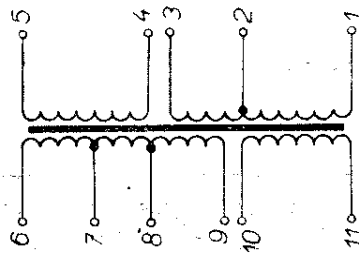
© Vydavatelství časopisů MNO Praha

ZBOŽÍ ZA VÝHODNÉ CENY!!!

KRYSTALY: 37,4125 MHz Kčs 19,50
37,4250 MHz Kčs 19,50
37,4375 MHz Kčs 19,50

1000 kHz Kčs 75,—
5500 kHz Kčs 75,—
6500 kHz Kčs 75,—

TRANSFORMÁTORY: Síťové trafo pro magnetofon B 4 — Kčs 27,—

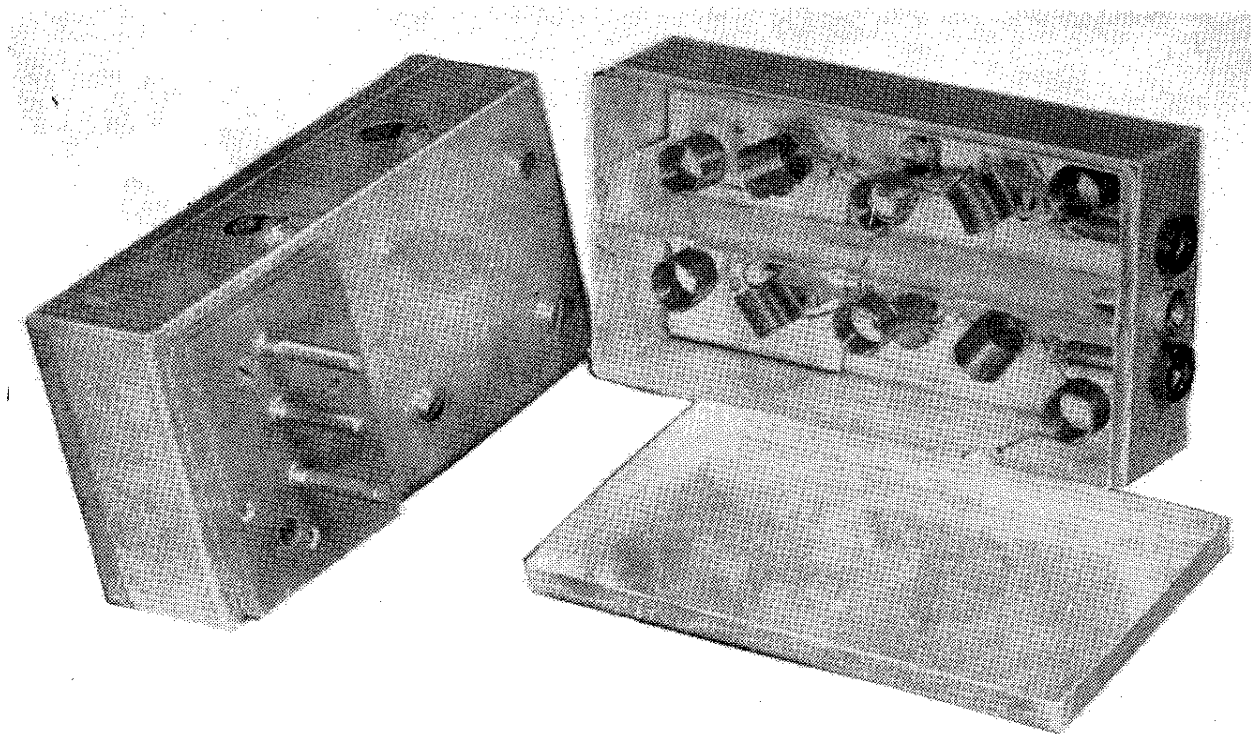


VINUTÍ	NAPĚTÍ [V]	ODPOR	ZÁV./Ø [mm]
1—5	220	—	—
1—2	114	69	1160/0,2
2—3	12	8,2	125/0,2
4—5	94	52	960/0,236
6—7	7,4	1,5	75/0,4
7—8	11,9	2,5	120/0,4
8—9	19,3	4,1	195/0,4
10—11	70,2	70	205/0,1

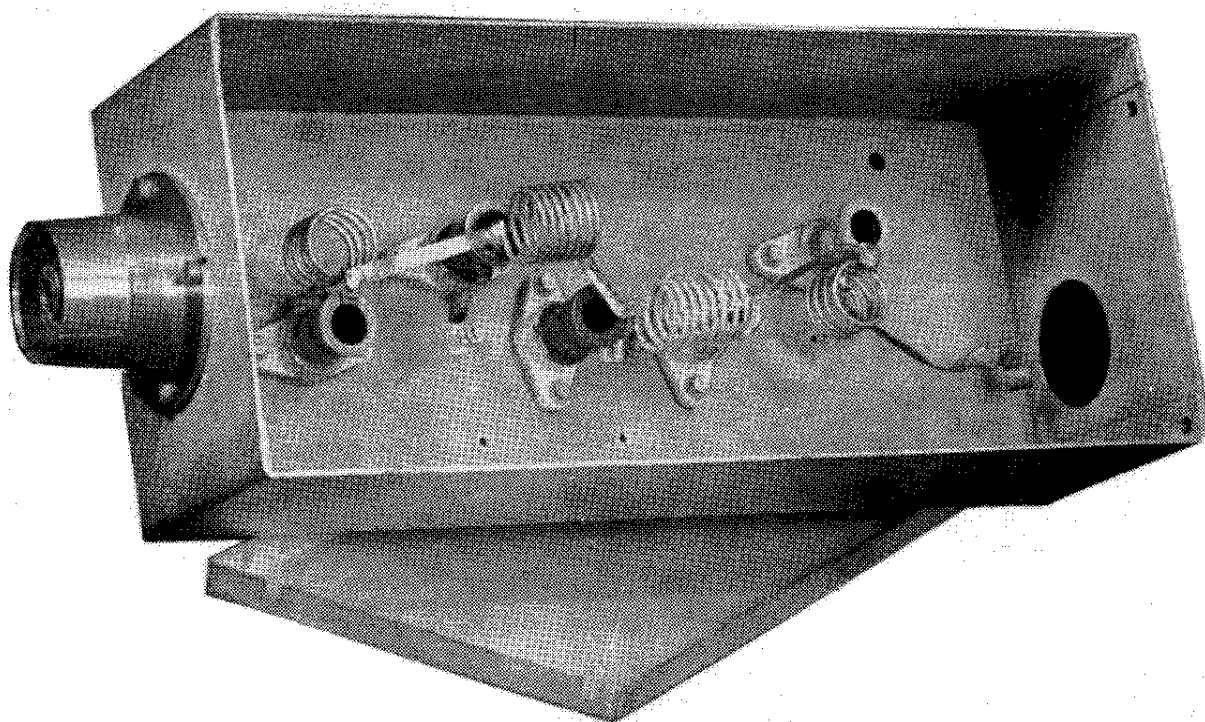
Budicí pro T 58 (2 × 103NU70). Kčs 7,—
Výstupní trafo pro Perlu (2 × 102NU71). Kčs 10,—
Výstupní trafo pro T 61 (2 × 104NU71). Kčs 7,—
Kombinovaná hlava pro Sonet I. Kčs 35,—

Gumové obložení spojky pro Sonet I a Duo Kčs 1,20
Vstupní cívka pro fer. anténu pro T 58. Kčs 2,—
Přizový stíněný kabel 2 × 0,5 mm Kčs 4,50/1 m
ODŘEZKY CUPREXCARTU a CUPREXTITU. Kčs 12,— 1 kg

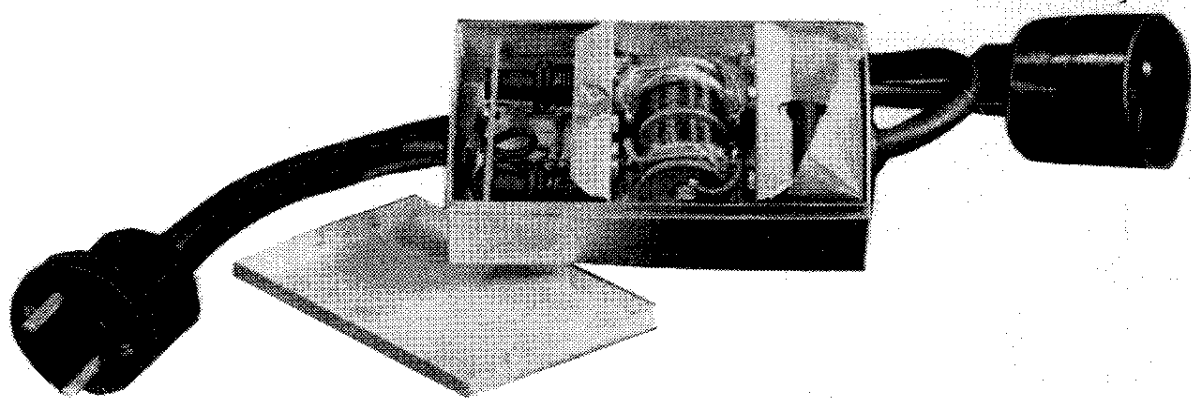
RADIOAMATÉR DOMÁCÍ POTŘEBY PRAHA, PRODEJNA č. 211-01
V PRAZE 1, ŽITNÁ 7, telefon č. 22 86 31



Obr. 81. Filtr k vysílači z obr. 80



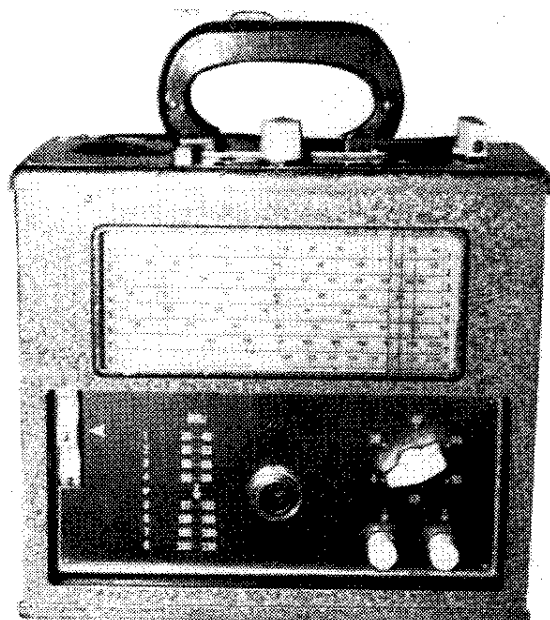
Obr. 91. Celkový pohled na filtr podle obr. 90



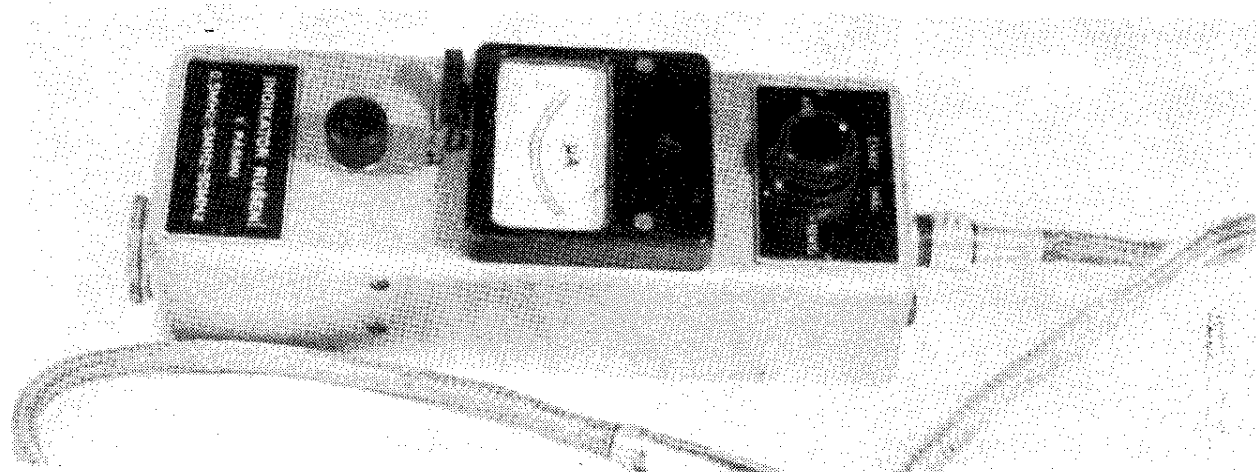
Obr. 69. Filtr z obr. 67



Obr. 100. Indikátor pole HUZ firmy Rohde-Schwarz



Obr. 101. Hledač zdrojů rušení STG-4, výrobce Funkwerk, Dresden



Obr. 122. Indikátor rušení podle obr. 121

TAKÉ O NĚČEM JINÉM Z PRODEJEN TESLY

Řekne-li se TESLA, obvykle se člověku vybaví typické výrobky spotřební elektroniky, jako např. televizní a rozhlasové přijímače, gramofony a magnetofony. K užitečným a příjemným doplňkům života však patří i mnoho dalších výrobků TESLA: **tranzistorový předzesilovač televizního signálu** – velký jako „dvacítká“ cigaret, který je obzvláště vítán v místech se zhoršeným příjmem. Ve větších bytech a rodinných domcích se zase dobře uplatní **domácí telefon**. A kde je zahrádka nebo více poschodí, tam dobře poslouží **elektrický vrátný**, který nikdy „nespí“.

Všechny tyto a další výrobky můžete požadovat nebo informovat se o nich v prodejnách TESLA, v nichž se zájem veřejnosti v současné době zatím nejvíce upíná na nový televizor ORAVA 128 o úhlopříčce 47 cm a JASMÍN o úhlopříčce 59 cm.

TESLA

DOBŘE VÝROBKY
DOBŘE SLUŽBY

